

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Підвищення ефективності технологічного процесу доїння великої рогатої худоби  
з удосконаленням доїльного апарату

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГс-41

спеціальності

208 Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_ Мудеревич Р.І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ Сташків М.Я.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Сташків М.Я.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Бабій А.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_ Левкович М.Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2026

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)  
Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

«    » «    » р.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
Бабій А.В.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)  
за спеціальністю 208 Агроінженерія  
(шифр і назва спеціальності)  
студенту Мудеревич Руслан Ігорович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення ефективності технологічного процесу доїння великої рогатої худоби з удосконаленням доїльного апарату

Керівник роботи Сташків М.Я., к.т.н., доц.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» січня 2026 року № 4/9-56

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12.06.2026

3. Вихідні дані до роботи агротехнічні вимоги до доїння великої рогатої худоби; типовий технологічний процес викопування коренеплодів; базова конструкція самохідної коренезбиральної машини

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)  
*Вступ.*

*1. Аналіз об'єкту дослідження*

*2. Технологічна частина*

*3. Проектна частина*

*4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці*

*Загальні висновки.*

*Перелік посилань*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. План молочної ферми. 2. Класифікація доїльних апаратів. 3. Загальний вигляд доїльної установки. 4. Загальний вигляд доїльного апарату. 5. Схема роботи доїльного апарату.

6. Схема модернізованого доїльного апарату. 7. Регулятор вакууму. Складальне креслення (А1)



## РЕФЕРАТ

Автор роботи – Мудеревич Руслан Ігорович.

Тема роботи – „Підвищення ефективності технологічного процесу доїння великої рогатої худоби з удосконаленням доїльного апарату”.

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Сташків Микола Ярославович, кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Мета роботи – підвищення ефективності технологічного процесу доїння великої рогатої худоби з удосконаленням доїльного апарату шляхом розробки пристрою для регулювання вакууму.

Об’єкт дослідження – технологічний процес доїння великої рогатої худоби.

Предмет дослідження – доїльний апарат агрегату індивідуального доїння великої рогатої худоби.

Методи дослідження: порівняльний, теоретико-емпіричний, математичного та комп’ютерного моделювання.

Отримані результати:

- проведено аналіз класифікаційних ознак способів утримання великої рогатої худоби;
- проведено аналіз генерального плану ферми;
- проведено аналіз фізіологічних основ машинного доїння корів;
- розраховано параметри тваринницької ферми;
- розраховано параметри механізації технологічних процесів на молочній фермі;
- обґрунтовано параметри машинного доїння корів;
- розраховано технологічної карти доїння корів;
- обґрунтовано вибір доїльної установки;

- модернізовано доїльний апарат;
- розраховано параметри корпусу пристрою для регулювання вакууму;
- подано загальні вимоги безпеки під час роботи з доїльною установкою;

розглянуто шкідливі та небезпечні виробничі фактори при доїнні тварин.

Практичне значення отриманих результатів.

Підвищено ефективність технологічного процесу доїння великої рогатої худоби шляхом удосконалення доїльного апарату з розробкою апарату для регулювання вакууму.

Структура роботи.

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та ілюстративної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатків.

Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 58 арк. формату А4, додатки – 3 арк. формату А4, ілюстративний матеріал – 8 арк. формату А4.

Ключові слова: молочна ферма, технологічний процес доїння корів, технологічні параметри, доїльна установка, доїльний апарат, регулятор вакууму, ефективність.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ УТРИМАННЯ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ.....	8
1.1. Класифікація великої рогатої худоби та способи її утримання.....	8
1.2. Аналіз генерального плану ферми .....	10
1.3. Фізіологічні основи машинного доїння корів .....	17
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	20
2.1. Розрахунок параметрів тваринницької ферми .....	20
2.2. Механізація технологічних процесів на молочній фермі .....	22
2.3. Обґрунтування параметрів машинного доїння корів .....	29
2.4. Розрахунок технологічної карти доїння корів .....	33
3. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА .....	36
3.1. Обґрунтування доїльної установки .....	36
3.2. Модернізація доїльного апарату АДУ-1 .....	43
3.3. Розрахунок параметрів корпусу регулятора вакууму .....	45
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ .....	49
4.1. Загальні вимоги безпеки під час роботи з доїльною установкою.....	49
4.2. Шкідливі та небезпечні виробничі фактори при доїнні тварин .....	53
ВИСНОВКИ.....	54
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	55
ДОДАТКИ.....	58

## ВСТУП

Молочне скотарство є важливою галуззю агропромислового комплексу України, що забезпечує населення цінними продуктами харчування та формує важливу складову продовольчої безпеки держави. В умовах постійного зростання вартості енергоносіїв, кормів та робочої сили, вирішальним фактором рентабельності виробництва молока стає техніко-технологічна модернізація ферм. Центральне місце в цьому процесі займає технологічний процес машинного доїння, на частку якого припадає до 40–50% загальних трудовитрат на молочній фермі. Ефективність функціонування молочного тваринництва значною мірою залежить від рівня механізації та автоматизації виробничих процесів, серед яких особливе місце займає процес доїння корів. Саме якісне та своєчасне доїння є основою отримання високих надоїв, збереження здоров'я тварин, підвищення якості молока та зниження виробничих витрат.

Незважаючи на значний розвиток доїльної техніки, існуючі конструкції доїльних апаратів не завжди забезпечують оптимальний режим взаємодії з вим'ям тварини. Нерівномірність вакуумного режиму, недостатня інтенсивність молоковідведення, травмування дійок та підвищена тривалість доїння негативно впливають як на продуктивність праці, так і на фізіологічний стан корів. Тому пошук нових конструктивних рішень, спрямованих на підвищення ефективності роботи доїльних апаратів, залишається актуальним науково-технічним завданням.

Підвищення ефективності технологічного процесу доїння можливе завдяки удосконаленню конструкції доїльного апарату, оптимізації параметрів його роботи та забезпеченню більш повного і швидкого видоювання молока при мінімальному впливі на тканини вимені. Впровадження таких технічних рішень сприяє зменшенню витрат праці, підвищенню продуктивності доїльного обладнання, покращенню санітарно-гігієнічних показників молока та збільшенню економічної ефективності виробництва.

# 1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ УТРИМАННЯ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

## 1.1. Класифікація великої рогатої худоби та способи її утримання

Встановлено таку класифікацію великої рогатої худоби за віковими групами з урахуванням фізіологічного стану тварин:

- бики-виробники у віці 1,5 роки та старші;
- корови: дійні і з телятами на підсмоктуванні, сухостійні (тільні, яких припинили доїти за 2 місяці до отелення), глибоко тільні (останні два тижні до отелення), новотільні (перші два тижні після отелення), першотільні – телиці, які отелилися вперше; нетільні – телиці, які ще не отелювалися;
- телята: молочних та комбінованих порід у віці до 6 міс., м'ясних порід - від народження до 6...8 міс.;
- молоді тварини молочних та комбінованих порід (від 6 до 18 місяців);
- молоді тварини м'ясних порід від (6...8 до 18 місяців).

Для великої рогатої худоби молочних і комбінованих порід застосовують дві системи утримання: цілорічну стійлову (безпасовищну) та стійлово-пасовищну; для худоби м'ясних порід – три системи: цілорічно стійлову, стійлово-пасовищну та цілорічно пасовищну.

Системи утримання худоби у кожному даному випадку визначаються завданням проектування залежно від кліматичних умов, стану кормової бази (включаючи наявність пасовищ), напрями продуктивності і потужності підприємства. На підприємствах з вирощування та відгодівлі молодняка, як правило, застосовують цілорічно стійлове утримання.

Розрізняють два основні способи утримання великої рогатої худоби: прив'язний та безприв'язний.

За прив'язного способу утримання корів молочного та комбінованого напрямів продуктивності розміщують в окремих стійлах. Для спрощення обслуговування застосовують систему групового відв'язування, яка дає

можливість швидко одночасно звільнити тварин. Утримання може здійснюватися як із використанням підстилки, так і без неї. Годівлю та напування організують безпосередньо у стійлах, а при цілорічному стійловому утриманні в теплий період року додатково використовують вигульно-кормові майданчики.

За безприв'язного способу тварин утримують групами. Залежно від технології застосовують глибоку або періодично замінювану підстилку, суцільні чи частково решітчасті підлоги без підстилки, а також індивідуальні бокси (комбібоксы), які забезпечують сухе та комфортне місце для відпочинку тварин за мінімальних витрат підстилкового матеріалу або без його використання. Водночас утримання молочних корів, відновлюваних телиць і нетільних тварин на решітчастих або комбінованих підлогах є небажаним через можливий негативний вплив на їхній фізіологічний стан і продуктивність.

У районах із розрахунковою зимовою температурою зовнішнього повітря нижче  $-20^{\circ}\text{C}$  тварин годують у будинках з годівниць. У районах з розрахунковою зимовою температурою зовнішнього повітря до  $-20^{\circ}\text{C}$  тварин старше 6 міс. годують, як правило, на вигульних кормових дворах цілий рік.

Напувають тварин з напувалок, які встановлюють у приміщеннях та на вигульно-кормових дворах. Корів доять у доїльних залах.

На молочних комплексах із поголів'ям 600–800 корів і більше переважно впроваджується потоково-цехова система організації виробництва молока та відтворення стада. Така система передбачає розподіл корів на технологічні групи відповідно до їх фізіологічного стану та організацію доїння за окремими виробничими цехами. Зазвичай до складу цих цехів входять відділення отелення (пологовий цех), роздоювання, виробництва молока та утримання сухостійних корів. Допускається об'єднання цехів роздою та виробництва молока.

На молочних фермах із меншим поголів'ям зазвичай формують окремі групи глибокотільних і новотільних корів, які утримуються в положовому відділенні. У разі застосування безприв'язної технології утримання додатково

виділяють групу сухостійних тварин. Телят молочних порід до 14...20 - денного віку утримують у індивідуальних клітках профілакторію.

## **1.2. Аналіз генерального плану ферми**

Основною формою організації загального тваринництва є тваринницька ферма. Її розмір визначається поголів'ям та структурою стада, що має різні вікові групи. У поняття «тваринницька ферма» входить як поголів'я худоби тієї чи іншої виду тварин, а й усе необхідне її виробничої діяльності будівлі, устаткування, інвентар. Кожна ферма має у своєму складі ряд будівель для утримання тварин та допоміжних. До перших належать корівники, телятники тощо. До других відносяться кормоцехи, склади (для кормів, інвентар), молочні та ін. Розміщення всіх будівель тваринницької ферми має бути пов'язане із загальним плануванням виробничого центру. При невеликих розмірах галузі тваринництва найчастіше вся група тварин розміщується на одній ділянці, що територіально примикає до населеного пункту і складає його тваринницький центр.

Вибір місця для тваринницької ферми залежить від низки місцевих умов, як, наприклад, від розташування пасовищних угідь, наявності водойм та інше, й у кожному окремому випадку вирішується разом із рішенням всієї планування господарського і житлового центрів господарства.

Особливістю більшості процесів, що виконують на фермі, є їх взаємний зв'язок та залежність один від одного, що зобов'язує їх розглядати як єдиний комплекс. Так, наприклад, нормальне функціонування кормоцеху повністю залежить від своєчасного підвезення сировини (кормів) зі складів, подача води, подача енергії, подача пари, від своєчасного відвезення готових кормів та роздачі їх тваринам. У свою чергу, обробка кормів за часом та за продуктивністю має бути пов'язана з графіком годування тварин та заданими раціонами.

Доїння корів та одержання молока необхідної якості вимагають його негайної обробки. Відповідно, процес доїння вимагає узгодження його з роботою транспорту та відділу первинної обробки молока, як за часом, так і за продуктивністю. Все, що потрібно при раціональному розміщенні на фермі, зобов'язує розглядати питання механізації тваринницьких ферм, як складний тваринницький комплекс, що складається з різноманітних технічних організаційних завдань.

Приміщення для тварин за всіма розмірами внутрішнього планування та обладнання повинні бути сухими, теплими взимку, прохолодними влітку і рівномірно освітленими по всій площі, тобто. повинні створювати можливо більші зручності обслуговування тварин. Приміщення мають бути з гарною вентиляцією та відповідати таким вимогам зоогігієни:

а) однією з основних вимог є чистота та сухість у приміщенні. Для підтримки чистоти та сухості у приміщенні має бути обладнана витяжна вентиляція;

б) не менш важливе значення має упорядкована каналізація приміщень. За допомогою каналізації сеча тварин і вода, що змиває, відводиться за межі приміщень у спеціальні накопичувачі рідини;

в) у всіх приміщеннях має бути внутрішній водопровід. При цьому в корівнику не встановлюються автоматичні напувалки;

г) більшість приміщень тварин встановлюються без опалення. Лише у телятниках, пологових приміщеннях, профілакторіях тощо. передбачається пічне чи інше опалення. При влаштуванні печей їх розташовують з боку тамбурів, а стіни та димові печі добре ізолюють від дерев'яних частин будівлі;

буд) споруди мають бути недорогими, навіщо необхідно максимально використовувати місцеві будівельні матеріали.

Крім зоотехнічних та санітарних вимог до споруд для утримання тварин повинні пред'являтися й спеціальні технічні вимоги, що впливають із умов доцільного застосування технічних засобів механізації.

До основних належать такі вимоги:

а) достатня ширина кормових та гнойових проходів для вільного переміщення ними. У корівниках ширина кормових проходів 1,2...1,3 м, а гною - не менше 1,5...1,6 м;

б) висота приміщень (від підлоги до стелі) не менше ніж 2,6 м;

в) у кожному корівнику повинні бути допоміжні приміщення для обладнання насосної та мийної, необхідні для доїння корів, службове приміщення та інше;

г) висота та ширина зовнішніх та внутрішніх воріт повинні відповідати вільному проходу не тільки тварин, а й необхідних транспортних засобів;

д) деталі внутрішнього обладнання корівників повинні мати конструкцію та розміщення що допускають просте та надійне кріплення трубопроводів, автонапувалок та прив'язків.

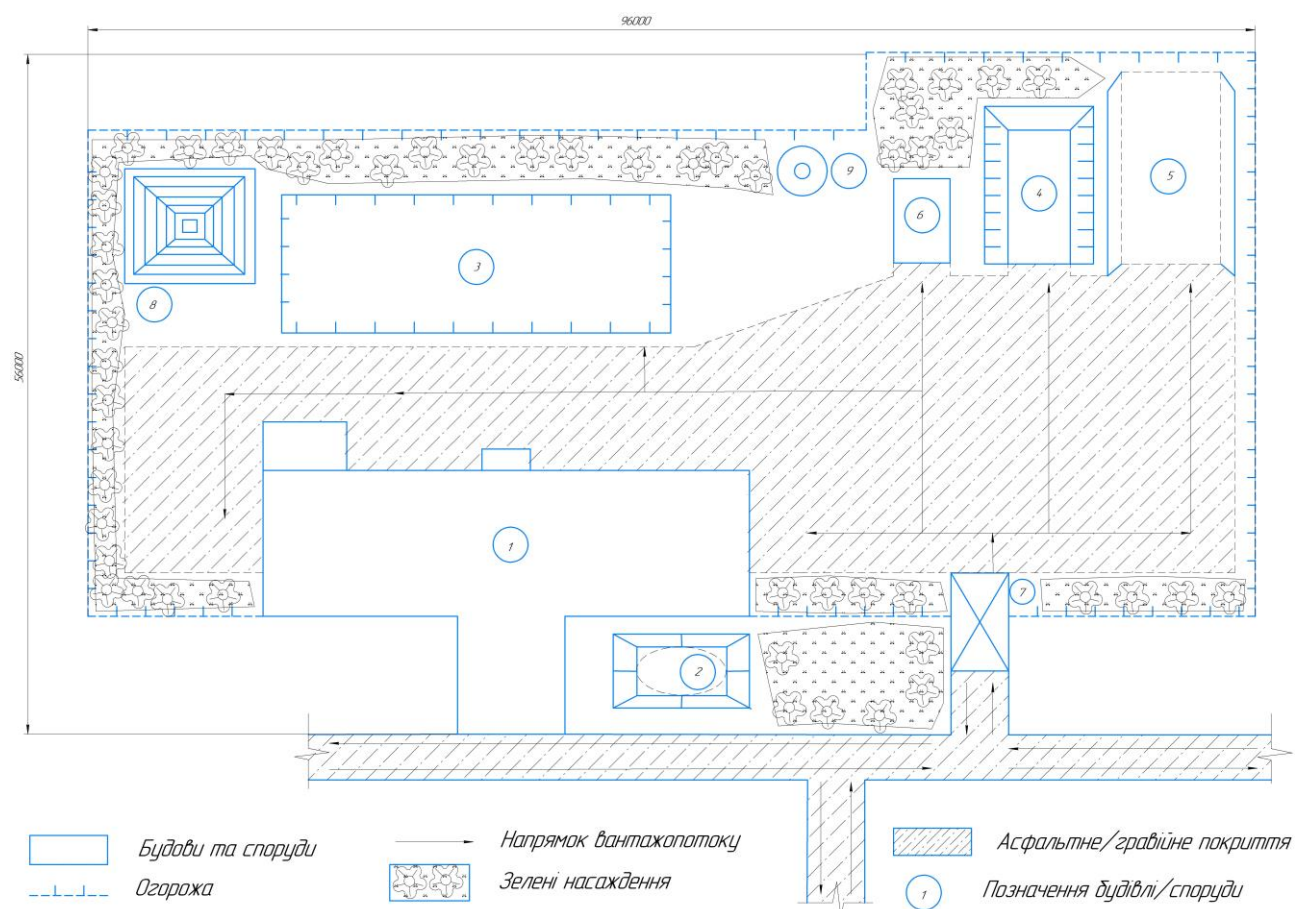
При плануванні приміщень біля ферми обов'язково враховують напрямок панівних вітрів.

На підставі розрахункових даних та з урахуванням вимог планування ферм розробляємо генеральний план ферми (рис. 1.1).

На кожній тваринницькій фермі є будинки та споруди, які поділяються за призначенням на основні та допоміжні. До перших відносяться корівники, свинарники, кошари, пташники тощо, тобто ті будинки, в яких містяться тварини та птахи. До других - кормоцех, молочний блок, силосно-сінажні траншеї, сховище коренеклубнеплодів, склади для кормів та підстилки, гноєсховище та цех з переробки гною тощо.

Основні виробничі споруди зазвичай розміщують ділянки паралельно до одного чи кілька рядів. При цьому враховують необхідні зооветеринарні та протипожежні розриви. У всіх випадках відстань вибирають за більшим його значенням. На території ферми виділяють основну транспортну магістраль шириною 6 м через центральну частину та по периметру. Від магістралі до окремих будівель та споруд влаштовують дорогу шириною 3,5 м. По периметру території ферми влаштовують огороження, вздовж яких садять зелені

насадження шириною 5...6м. На всіх виїзних та в'їзних воротах ферми встановлюють дезбар'єри розмірами 3×10×0,2 м.



1 – корівник; 2 – льодосховище; 3 – вигульний двір; 4 – траншея для зберігання силосу;  
 5 – навіс для зберігання сіна; 6 – майданчик для зберігання коренеплодів; 7 – дезбар'єр;  
 8 – став-відстійник; 9 – вежа водонапірна

Рисунок 1.1 – Генеральний план молочно-товарної ферми

Конструктивне виконання будь-якої будівлі або споруди визначається її функціональним призначенням. На фермах з утримання великої рогатої худоби споруджують корівники, телятники, приміщення для вирощування молодняку, відгодівельні будівлі, пологові та ветеринарні відділення. Для літнього утримання тварин використовують табірні споруди полегшеного типу, які можуть бути виконані у вигляді навісів або легких приміщень. До спеціалізованих допоміжних об'єктів таких ферм належать доїльно-молочні блоки, призначені для одержання, первинної обробки та зберігання молока, а також цехи з його подальшої переробки.

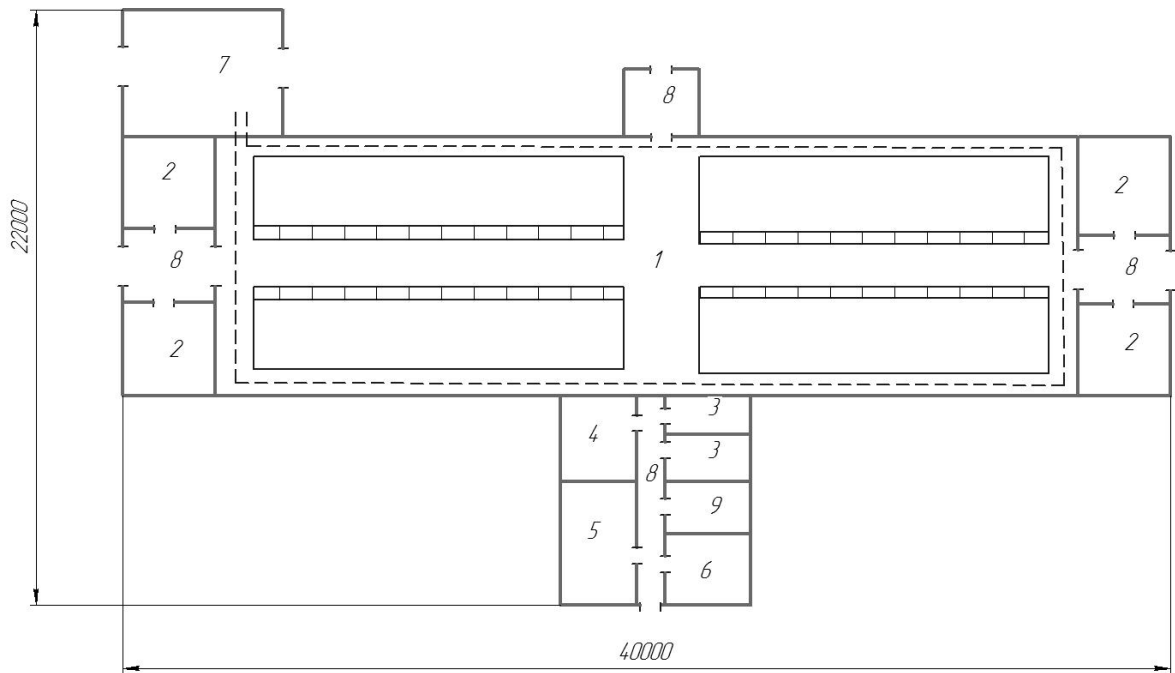
Незалежно від природно-кліматичних умов даної місцевості та матеріалів, з яких зводяться будівлі для утримання тварин та птахів, до приміщень пред'являються такі вимоги:

- взимку в них має бути сухо та тепло відповідно до нормативів мікроклімату тваринницьких приміщень;
- штучне та природне освітлення має відповідати необхідним нормам;
- внутрішнє планування має враховувати зручність розміщення тварин та технічних засобів, нормальні умови для обслуговуючого персоналу, можливість швидкої евакуації тварин;
- санітарно-технічні пристрої мають забезпечувати необхідний мікроклімат;
- підлога повинна бути водонепроникною, теплою, неслизькою, міцною, зносостійкою та легко піддаватися очищенню;
- стіни будівель повинні відрізнятися малою теплопровідністю, повітропроникністю та вологостійкістю;
- покрівлі будівель мають бути стійкими проти атмосферних та інших факторів, мати малу теплопровідність.

На рис. 1.2. показано загальний план корівника на 50 голів ВРХ ферми з виробництва молока призначений для прив'язного утримання поголів'я сімейним підрядом із двох осіб. Утримання корів стійлово-пасовищне, прив'язне. Корів доять доїльним агрегатом АІД-1.

Первинну обробку молока виробляють у молочному приміщенні з використанням для охолодження молока природного холоду. Годування тварин проводиться зі стаціонарних годівниць, корми лунають мобільним кормороздавачем РММ-5А, концентровані корми лунають ручним візком ТУ-300. Напування тварин здійснюється з індивідуальних напувалок.

Для організації льодосховищ в північних областях України доцільно використовувати природній холод. Ці території розташовані в помірно-холодній зоні, де середньомісячна температура зимових місяців тримається на рівні мінус  $-13^{\circ}\text{C}$ .



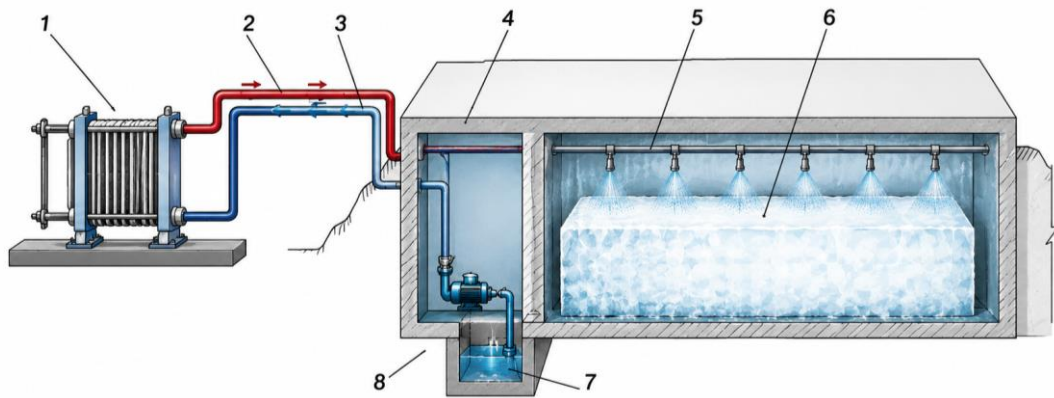
1-стійлове приміщення; 2-приміщення для кормів, підстилки та інвентарю; 3-молочні блоки; 4-побутові приміщення; 5-котельня; 6-вентиляційна; 7-приміщення для гною; 8-тамбури та коридор; 9-машинне відділення (вакуум-насосна)

Рисунок 1.2 – Корівник на 50 голів ВРХ

Оскільки нижня межа охолодження більшості сільськогосподарських продуктів становить 2...6°C, то холод температурного рівня -7...-10°C має необхідну енергетичну температурну функцію.

Холодне зимове повітря доцільно використовувати на фермах для акумуляції холоду з метою розвантажити (а зимовий період виключити) енергоємні холодильні потужності. Акумулювати холод можна у вигляді водяного льоду, використовуючи прості малозатратні способи його заморожування, плавлення та надійного сухого зберігання, а також дешеві будівельні та ізоляційні матеріали для зведення льодосховищ.

Сезонної акумуляції холоду особливо потребують слабо оснащені холодильним обладнанням невеликі фермерські молочні господарства. Для них раціонально створення сучасних безмашинних систем охолодження на базі високоефективних льодоакумуляторів для цього розроблено компактне заглиблене льодосховище зі стандартних будівельних конструкцій, представлене на рис. 1.3.



1 - пластинчастий охолоджувач молока ; 2 - тракт підігрітої води; 3 – тракт крижаної води; 4 - льодосховище; 5 – форсунка для розпилення води; 6 – блок наморозеного льоду;  
7 - прийомок для крижаної води; 8 – водяний насос

Рисунок 1.3 – Система безмашинного охолодження молока для малих ферм

Льодосховище розраховане на молочну ферму з поголів'ям до 200 корів і може бути використане за середньодобової температури не вище  $-5...-7^{\circ}\text{C}$  протягом 3 місяців.

Наземні траншеї для заготівлі силосу доцільно споруджувати у місцях із високим рівнем ґрунтових вод чи слабких піщаних ґрунтах, де важко побудувати заглиблені сховища. Їх будують на вирівняному майданчику у вигляді короба (рис. 1.4) заввишки 2...2,5 м різної довжини та ширини, залежно від потреби силосу. Дно має бути вищим за поверхню майданчика на 15...20 см, щоб у траншею не потрапляла вода. Траншею бетонують або асфальтують, що дозволяє знизити втрати силосу та значно полегшує його розвантаження.

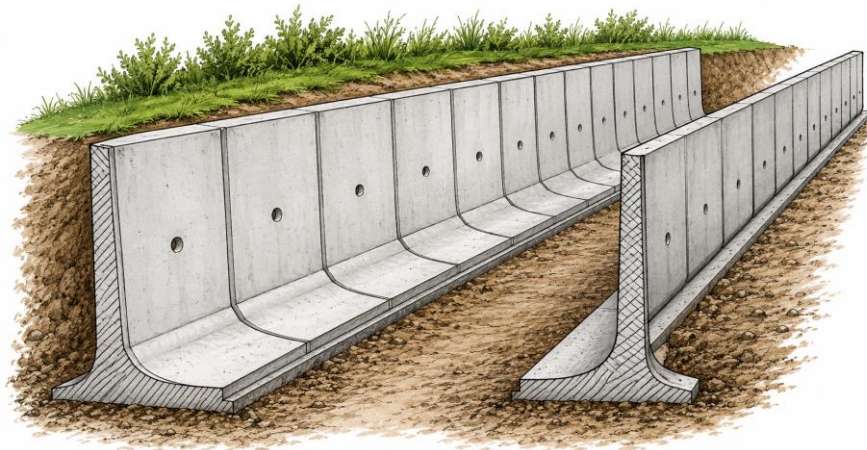


Рисунок 1.4 – Траншея із залізобетонних плит для заготівлі силосу

### **1.3. Фізіологічні основи машинного доїння корів**

Весь період лактації в зірчастих залозах у вимені корови з поживних речовин, що переносяться кров'ю, утворюється молоко. Воно накопичується у бульбашкових ємностях – альвеолах. Процес виділення молока - це процес його вилучення з альвеол і переміщення по системі проток, що нагадують річкову мережу, до цистерн вимені та цистерн сосків. Процес доїння - це вилучення молока з сосків різними способами: теляткою, ручним доїнням, способом вичавлювання або машинним доїнням - способом зовнішнього вакуумування сфінктера соска.

Молоко з альвеол виганяється шляхом скорочення м'язових волокон оточуючих. М'язові волокна запускаються в дію гормоном окситоцином, що приходить до вимені з придатків головного мозку зі струмом крові в результаті умовних рефлексів тварини на процес доїння сусідок, що відбувається, або при підготовці її вимені шляхом масажу і обмивання. Протягом 30...60 сек. від початку дії цих процедур окситоцин починає діяти на вим'я. Через 6...7 хв його потік виснажується. Отже, підготовчі операції мають проводитися за 30...60 сек. і відразу ж треба починати доїння.

Машинне доїння – це процес виведення молока з вимені корів та збирання їх у доїльну ємність при безпосередньому контакті доїльного апарату з організмом тварини. Машинне доїння дозволяє знизити витрати праці та підвищити продуктивність порівняно з ручним доїнням у 2...5 разів. Крім того, машинне доїння є основним процесом, що впливає як на якість, так і на кількість молока, що отримується. При будь-якому способі доїння необхідно враховувати певні особливості процесу отримання молока, пристосованість доїльного апарату до виконання заданих технологічних функцій в комфортних для тварин умовах.

Відповідно до сучасних технологій машинного доїння корів, процес доїння включає низку послідовних операцій: створення необхідного рівня вакууму в пневматичній системі доїльної установки; підготовку вимені тварини

до доїння; встановлення доїльних склянок на соски вимені; видоювання та транспортування молока до збірної ємності; а також знімання доїльних склянок після завершення процесу доїння. У технологічному процесі машинного доїння корів механізовано найбільш трудомісткі операції.

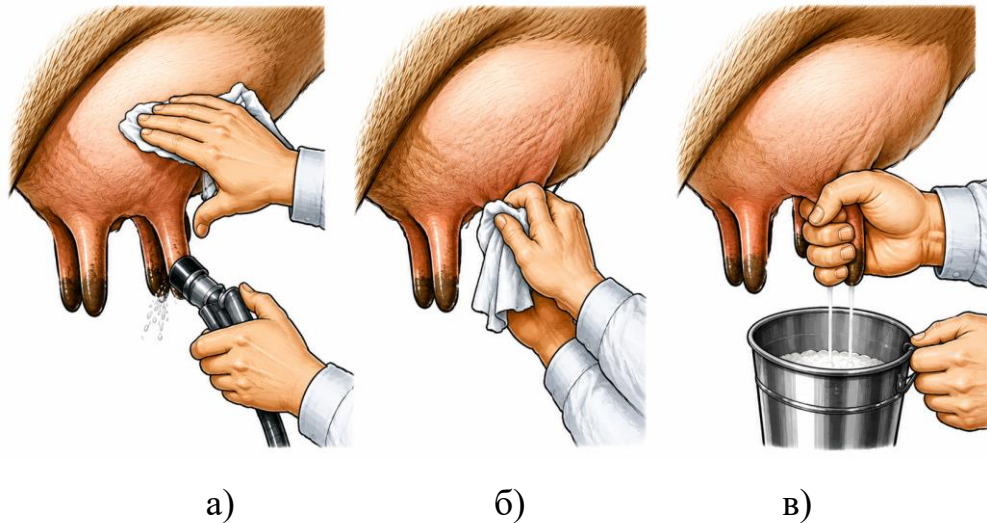
Доїння корів здійснюють у чітко визначений час відповідно до встановленого режиму роботи ферми, оскільки його порушення може негативно впливати на рефлекс молоковіддачі та знижувати ефективність доїння. Частоту доїння встановлюють з урахуванням технологічних особливостей господарства та стадії лактації тварин.

Під час використання доїльних залів корів формують у технологічні групи залежно від періоду лактації. Чисельність тварин у кожній групі доцільно узгоджувати з кількістю доїльних місць установки, обладнаної груповими станками.

До доїльного залу корів подають організованими групами відповідно до затвердженого графіка. Тривалість перебування тварин на переддоїльному майданчику не повинна перевищувати 20 хвилин.

Перед початком доїння контролюють справність обладнання, зокрема перевіряють величину вакууму в системі та відсутність води в міжстінних камерах доїльних склянок. У холодний період року доїльні склянки попередньо підігрівають гарячою водою для забезпечення комфортних умов доїння.

Для активізації рефлексу молоковіддачі підготовку вимені виконують не пізніше ніж за одну хвилину до встановлення доїльних склянок. Спочатку вим'я обмивають чистою водою температурою 40–45 °С, використовуючи розбризкувач під час доїння у доїльних залах або відро при доїнні корів у стійлах. Після цього вим'я ретельно осушують чистим рушником та протирають соски. Одночасно проводять легкий масаж вимені, виконуючи рухи віднизу догори вздовж сосків, що сприяє посиленню рефлексу молоковіддачі (рис. 3.1).



а - підмивання; б - витирання з одночасним масажем; в – контрольні струмені

Рисунок 1.5 – Операції з вименем перед доїнням

Перед установленням доїльних склянок із кожного соска здоюють декілька перших цівок молока у спеціальну контрольну чашку або на темну поверхню розбризкувача. Така процедура дає можливість своєчасно виявити ознаки маститу та інших захворювань вимені за наявністю пластівців, слизу, кров'янистих включень чи інших відхилень у молоці. Корів, у яких виявлено ознаки захворювання, доять окремо від основного стада.

Не допускається здоювання перших порцій молока безпосередньо на підлогу стійла, оскільки молоко від хворих тварин може бути джерелом поширення інфекцій серед поголів'я.

Під час обмивання вимені, проведення масажу та контролю перших цівок молока виконують візуальний огляд і пальпацію вимені. Особливу увагу приділяють виявленню почервонінь, набряків, больових реакцій, ущільнень, а також пошкоджень шкіри вимені та сосків.

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Розрахунок параметрів тваринницької ферми

Площу території ферми визначають як сумарну площу, яку займають виробничі будівлі та споруди, санітарні розриви між ними, внутрішньогосподарські дороги, проїзди й захисні зони. Загальну площу ферми (або комплексу) обчислюють залежно від чисельності поголів'я худоби та нормативної площі, що припадає на одну голову. Для ферми з поголів'ям  $m = 50$  голів і питомою площею  $f = 200 \text{ м}^2/\text{гол.}$  площа території становитиме:

$$F = m \cdot f, \quad (2.1)$$

$$F = 50 \cdot 200 = 10000 \text{ м}^2.$$

Під час визначення геометричних розмірів земельної ділянки необхідно дотримуватися рекомендованого співвідношення між її шириною  $b$  та довжиною  $a$ , яке не повинно перевищувати 1:1,5. Це забезпечує раціональне розміщення будівель і споруд, зручність організації транспортних потоків та ефективне використання території ферми. З урахуванням зазначеної умови розміри сторін ділянки визначають із такого співвідношення:

$$b = 1,5 \cdot a; \quad a = \sqrt{F/1,5}, \quad (2.2)$$

$$a = \sqrt{10000/1,5} = 66,6 \text{ м},$$

$$b = 1,5 \cdot 66,6 = 100 \text{ м}.$$

На території ферми передбачено розміщення виробничих, підсобних і допоміжних будівель та споруд, необхідних для забезпечення технологічного процесу утримання тварин, виробництва продукції та обслуговування господарства. При доборі будівель слід використовувати типові проекти.

Необхідну кількість тваринницьких будівель  $n_{\text{ж}}$  визначають залежно від загального поголів'я худоби та місткості обраних споруд. Розрахунок виконують за такою залежністю [12, 13]:

$$n_{\text{ж}} = m / m_{\text{п}}, \quad (2.3)$$

$$n_{\text{ж}} = 50/50 = 1.$$

Приймаємо 1 будівлю місткістю 50 голів. Для тваринницького приміщення з дворядним розміщенням стійл ширину будівлі приймаємо рівною 12 м.

Після встановлення необхідної кількості тваринницьких будівель та вибору їхньої ширини визначають довжину приміщення  $l_{\text{п}}$ , використовуючи відповідну розрахункову залежність:

$$l_{\text{п}} = m_1 \cdot b_{\text{с}} + \Delta_1. \quad (2.4)$$

Довжина  $l_{\text{п}}$  приміщень знаходиться:

$$l_{\text{п}} = 25 \cdot 1,5 + 12 = 50 \text{ м.}$$

Площа гноєсховища знаходиться за формулою:

$$F_{\text{ГС}} = ((q_{\text{п}} + q_{\text{м}} + q_{\text{н}}) \cdot m \cdot D) / 1000 \cdot \gamma_{\text{н}} \cdot b_{\text{н}}, \quad (2.5)$$

$$F_{\text{ГС}} = ((2 + 20 + 35) \cdot 50 \cdot 100) / 1000 \cdot 1 \cdot 1,5 = 190 \text{ м}^2.$$

Ширина сховища приймається рівною 10 м, тоді довжина його буде:

$$l_{\text{н}} = F_{\text{нх}} / b_{\text{нх}}, \quad (2.6)$$

$$l_{\text{н}} = 190 / 10 = 19 \text{ м.}$$

Приймаємо одне сховище розмірами 10x19м.

Відстань від сховища до найближчого виробничого приміщення щонайменше 40 м.

Виробничі, складські та допоміжні споруди на фермах розміщують у визначеному порядку з дотриманням санітарних виробничих та протипожежних вимог, а також умов для успішного впровадження комплексної механізації та електрифікації.

Будівлі на території ферми доцільно розміщувати за батареїним принципом – в один або два ряди. За наявності твердого покриття відстань між будівлями в одному ряду приймають 37 м, а за його відсутності – 60 м. Відстань між рядами будівель, тобто між торцями суміжних споруд, становить 20–25 м.

## 2.2. Механізація технологічних процесів на молочній фермі

Добову потребу ферми у воді визначають на основі нормативних витрат води на одну голову худоби та загальної чисельності тварин. Для цього використовують таку розрахункову залежність [12, 13]:

$$Q_{\text{сер.доб}} = \sum q \cdot m, \quad (2.7)$$

$$Q_{\text{сер.доб}} = 100 \cdot 50 = 5000 \text{ л / добу}.$$

Оскільки споживання води протягом року є нерівномірним і залежить від сезону, при виборі водопостачального обладнання необхідно враховувати коефіцієнти добової та годинної нерівномірності водоспоживання. З урахуванням цих коефіцієнтів максимальну добову витрату води визначають за такою формулою:

$$Q_{\text{мах.доб}} = Q_{\text{сер.доб}} \cdot K_C, \quad (2.8)$$

$$Q_{\text{мах.доб}} = 5000 \cdot 1,3 = 6500 \text{ л / добу}.$$

Максимальну годинну витрату води визначають з урахуванням коефіцієнта годинної нерівномірності водоспоживання, який відображає коливання витрат води протягом доби. Для її розрахунку використовують таку залежність:

$$Q_{\text{мах.}} = Q_{\text{мах.доб}} / T, \quad (2.9)$$

$$Q_{\text{мах.}} = 6500 / 24 = 270 \text{ л/год.}$$

Для визначення необхідної продуктивності насосної станції використовують ту саму розрахункову залежність, що й для максимальної годинної витрати води, однак замість тривалості доби  $T$  підставляють тривалість роботи насосної станції  $T_H$ . Це дає змогу врахувати фактичний час подачі води та правильно підібрати насосне обладнання.

Тривалість роботи насосної станції приймають рівною 14 год на добу. Тоді продуктивність насосної станції визначають за відповідною формулою:

$$Q_H = Q_{\text{мах.доб}} / T_{\text{год}}, \quad (2.10)$$

$$Q_H = 6500 / 14 = 464 \text{ л/год.}$$

Знаходимо секундну витрату води:

$$Q_{\text{мах.сек}} = Q_{\text{мах.год}} / (3,6 \cdot 10^6), \quad (2.11)$$

$$Q_{\max.\text{сек}} = 270 / (3,6 \cdot 10^6) = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Після визначення витрати води виконують розрахунок діаметра трубопроводу зовнішньої водопровідної мережі на початковій ділянці, через яку транспортується повний об'єм води, необхідний для забезпечення потреб ферми. Розрахунок діаметра труби здійснюють за такою залежністю:

$$D = 1,13 \cdot (\sqrt{Q_{\max.\text{сек}} / V}), \quad (2.12)$$

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{(7,5 \cdot 10^{-5} / 1)} = 0,025 \text{ м}.$$

За умови прив'язного утримання тварин і парної кількості корів у групі необхідну кількість напувалок визначають, виходячи з норми одна напувалка на дві корови. У такому випадку число напувалок розраховують за відповідною формулою:

$$n_A = m / 2, \quad (2.13)$$

$$n_A = 50 / 2 = 25 \text{ шт.}$$

Поїлки ПЕ-2 для ВРХ з відкритою поверхнею призначені для напування худоби в неопалюваних тваринницьких приміщеннях. Напувалки для ВРХ забезпечують надійне, безперебійне напування тварин. Напувалки працюють від мережі змінного струму (напруга 220 В та частота 50 Гц). Напувалка виготовляється з пластмаси, захищеної металевою рамою з оцинкованої труби від пошкодження тваринами (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Напувалка ПЕ-2 для напування ВРХ

Напувалки обладнані поплавковим клапаном для підтримки постійного рівня води в кориті.

Автоматика даного обладнання забезпечує підтримку заданої температури води в напувалці, завдяки чому вода не замерзає при мінусових температурах в приміщенні і за межами приміщення. Напувалка забезпечена системою регулювання температури, рівня води та електрозахистом.

Забезпечення належних умов утримання тварин у приміщеннях можливе лише за підтримання необхідних фізичних і хімічних параметрів повітряного середовища. Від показників мікроклімату значною мірою залежать здоров'я тварин, їх продуктивність та ефективність використання кормів.

Для приміщень, призначених для утримання корів, оптимальними вважаються такі параметри мікроклімату: температура внутрішнього повітря в межах 8–10 °С, відносна вологість близько 80 %, концентрація вуглекислого газу не більше 0,25 %, вміст аміаку не вище 0,026 мг/л, а швидкість руху повітря – приблизно 0,5 м/с. Дотримання зазначених показників сприяє створенню комфортних умов для тварин і підтриманню їх високої продуктивності.

У регіонах із тривалим зимовим періодом і низькими температурами зовнішнього повітря визначальним показником під час розрахунку вентиляції тваринницьких приміщень приймають вологість внутрішнього повітря. Це пов'язано з необхідністю запобігання надмірному зволоженню приміщення, утворенню конденсату та погіршенню умов утримання тварин.

Необхідний повітрообмін для одного приміщення визначають за такою розрахунковою залежністю [12, 13]:

$$L = K_{\text{п}} \cdot W \cdot m / (W_{\text{доп}} - W_{\text{о}}), \quad (2.14)$$

$$L = 1,3 \cdot 329 \cdot 50 / (8 - 1,5) = 2000 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Розрахункове значення повітрообміну повинно відповідати вимогам нормативних документів і не може бути меншим за мінімально допустимі значення, встановлені нормами технологічного проєктування (НТП). Нормативна величина повітрообміну зазвичай задається в розрахунку на 1 ц живої маси тварин. Для корів цей показник приймають не менше 17 м<sup>3</sup>/(ц·год). Тому необхідний повітрообмін визначають за такою формулою:

$$L = \Delta L \cdot m \cdot g , \quad (2.14)$$

$$L = 17 \cdot 50 \cdot 4 = 3400 \text{ м}^3 / (\text{ц} / \text{год}).$$

Для подальших розрахунків системи вентиляції приймають найбільше із отриманих значень повітрообміну, оскільки саме воно забезпечує підтримання нормативних параметрів мікроклімату в приміщенні за найбільш несприятливих умов експлуатації.

Кратність повітрообміну  $K$ , яка показує, скільки разів протягом однієї години повітря в приміщенні повністю оновлюється, визначають за залежністю:

$$K = L/V$$

$$V = a \cdot b \cdot h , \quad (2.15)$$

$$V = 12 \cdot 50 \cdot 3 = 1800 \text{ м}^3;$$

$$K_0 = 3400/1800 = 1,9.$$

На підставі отриманого значення кратності повітрообміну здійснюють вибір типу та параметрів вентиляційної системи. При цьому необхідно дотримуватись нормативних вимог, згідно з якими кратність оновлення повітря в приміщенні протягом однієї години не повинна перевищувати значення 2. Це забезпечує підтримання належного мікроклімату без надмірних тепловтрат і протягів, що можуть негативно впливати на стан та продуктивність тварин. Витяжна вентиляція у проєктованому корівнику здійснюється через світловий канал з вітровідбивачами, а припливна – за допомогою каналів, які обладнують під перекриттям (рис. 2.2).

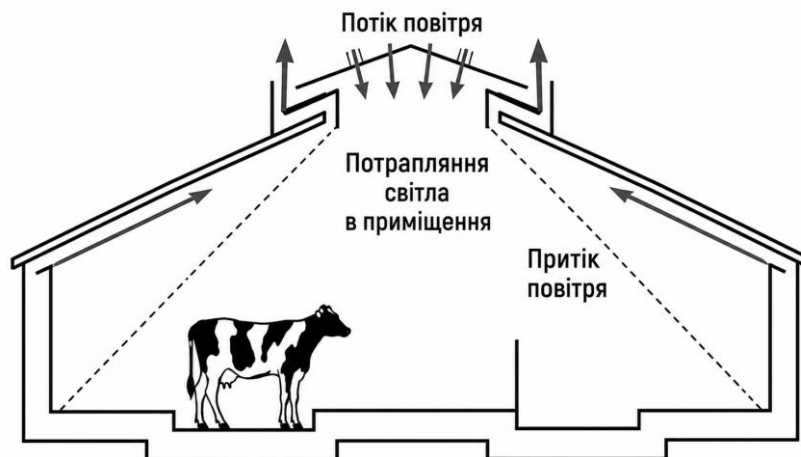


Рисунок 2.2 – Система вентиляції у корівнику

Кількість тепла, необхідна для опалення тваринницького приміщення [12]:

$$Q_{\text{про}} = Q_3 + Q_B - Q_T, \quad (2.16)$$

Втрати тепла  $Q_3$ , кДж/год через огороджувальні конструкції:

$$Q_3 = \sum K_i \cdot F_i \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}), \quad (2.17)$$

$$Q_3 = 1800 \cdot (10 + 28) = 68400 \text{ кДж / год.}$$

Втрати тепла  $Q_B$  (кДж/год) на вентиляцію:

$$Q_B = C \cdot L_{\text{п.ус}} \cdot \gamma \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}), \quad (2.18)$$

$$Q_B = 1,005 \cdot 3400 \cdot 1,2 \cdot (10 + 28) = 155815 \text{ кДж / год.}$$

Тепловиділення від тварин:

$$Q_T = q \cdot m, \quad (2.19)$$

$$Q_T = 3440 \cdot 50 = 172000 \text{ кДж / год.}$$

$$Q_O = 68400 + 155815 - 172000 = 52215 \text{ кДж/год.}$$

Кількість  $i$ , значною мірою, якість тваринницької продукції залежить, насамперед, від правильного годування.

Раціональним вважається таке годування тварин, яке максимально задовольняє їх фізіологічні потреби в поживних речовинах і забезпечує отримання високої продуктивності за мінімальних витрат кормів.

Значна частина кормів перед згодовуванням потребує спеціальної підготовки та обробки. Для виконання цих операцій на фермах обладнують кормоцехи, укомплектовані відповідними машинами, механізмами та допоміжним устаткуванням, необхідними для приготування й підготовки кормів до згодовування тваринам.

Правильним годуванням слід вважати таке, що відповідає вимогам організму тварини та дозволяє при найменшому витрачанні кормів досягати найбільшої продуктивності тварин. Корм, що задається, повинен бути поживним, легко перетравлюватися, бути смачним і не містити в собі домішок і речовин, шкідливих для здоров'я або несприятливо впливають на якість продукції. Цим вимогам задовольняє лише незначна частина існуючих видів кормів при згодовуванні в природному вигляді. Більшість кормів вимагає обов'язкової попередньої обробки. Така обробка проводиться у цехах

механізованого комплексу, оснащених необхідним набором машин та допоміжного обладнання.

При розрахунку потрібної кількості кормів для худоби слід враховувати не тільки готівкове поголів'я худоби, але і приплід, який надійде на ферму за період, що планується, а також худобу, що купується з боку. На фермі відповідно до плану парувальних та отелів корів очікується отримати за рік 48 телят, з яких 6 будуть отримані в січні, 12 – у лютому, 10 – у березні, 6 – у квітні, 4 – у травні, 2 – у червні, 4 – у серпні – 2 серпня.

Для визначення продуктивності машин для приготування кормів проводимо розрахунок потреби в кормах за планованим поголів'ям та раціонами, прийнятними фермерському господарству. Додаткова потреба щодо окремих видів кормів, що задаються тваринам, показано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Додаткова потреба у кормах на одну голову

Вид кормів	Кількість на 1 голову, кг
Сіно	2,0
Соломо	3,0
Сінаж	7,0
Силос	25,0
Коренеплоди	5,0
Концентровані корми	3,0
Мінеральні добавки	0,2

Виходячи з даних табл. 2.1, визначаємо сумарну потребу за видами кормів [23]

$$Q_{\text{сум}} = \sum g_i \cdot m_i, \quad (2.20)$$

Розрахунок проведемо для молочного стада корів із поголів'ям 50 корів.

Визначаємо потрібну кількість сіна для тварин на добу

$$Q_1 = g_1 \cdot m_1 = 2 \cdot 50 = 100 \text{ кг};$$

соломи:

$$Q_2 = g_2 \cdot m_2 = 3 \cdot 50 = 150 \text{ кг};$$

сінажу:

$$Q_3 = g_3 \cdot m_3 = 7 \cdot 50 = 350 \text{ кг};$$

силосу:

$$Q_4 = g_4 \cdot m_4 = 25 \cdot 50 = 1250 \text{ кг};$$

коренеплодів:

$$Q_5 = g_5 \cdot m_5 = 5 \cdot 50 = 250 \text{ кг};$$

концентрованих кормів:

$$Q_6 = g_6 \cdot m_6 = 3 \cdot 50 = 150 \text{ кг};$$

мінеральних добавок:

$$Q_7 = g_7 \cdot m_7 = 0,2 \cdot 50 = 10 \text{ кг};$$

$$\sum Q_{\text{сум}} = 100 + 150 + 350 + 1250 + 250 + 150 + 10 = 2260 \text{ кг}.$$

Розрахункові дані зводимо до таблиці 2.2. потреби кількості кормів на добу для дійного стада.

Таблиця 2.2 – Потрібна кількість кормів на добу

Вид кормів	Кількість на 50 голів, кг
Сіно	100
Соломо	150
Сінаж	350
Силос	1250
Коренеплоди	250
Концентровані корми	150
Мінеральні добавки	10
Разом:	2260

Розрахунки виробничих процесів, вибір машин, визначення кількості машин для підготовки кормів проводиться на основі потрібної продуктивності ліній та технології обробки продукту.

Потрібна годинна продуктивність лінії підготовки кормів до згодовування визначається за формулою:

$$Q_{\text{л}} = P_{\text{с}} / T. \quad (2.21)$$

Годинна продуктивність лінії підготовки грубих кормів дорівнює:

$$Q_{\text{лгк}} = P_{\text{с}} / T_{\text{у}} \cdot Z \cdot i, \quad (2.22)$$

$$Q_{\text{лгк}} = 2260/1 \cdot 2 \cdot 0,85 = 1329 \text{ кг / год.}$$

Годинна продуктивність лінії з підготовки концентрованих кормів визначається за такою формулою:

$$Q_{\text{лкк}} = P_{\text{с}} / T_{\text{пок}} \cdot i, \quad (2.23)$$

$$Q_{\text{лкк}} = 150/0,5 \cdot 2 \cdot 0,85 = 176 \text{ кг / год}$$

Годинна продуктивність лінії підготовки коренеплодів до згодовування дорівнює:

$$Q_{\text{лг}} = P_{\text{с}} / T_{\text{хк}} \cdot Z, \quad (2.24)$$

$$Q_{\text{лг}} = 250/2 \cdot 1 = 125 \text{ кг / год.}$$

### **2.3. Обґрунтування параметрів машинного доїння корів**

Структурна схема потоково-технологічної лінії (ПТЛ) описує внутрішню будову виробничих потоків (потоків тварин, молока, молочних продуктів), їх напрямки та взаємозв'язок у процесі формування послідовності технологічних операцій доїння корів, обробки, переробки та реалізації молока та молочних продуктів.

При побудові структурної схеми лінії використовують вихідні дані завдання на проектування (розмір ферми, спосіб утримання тварин, продуктивність тварин, остаточний вид молочних продуктів, що отримуються на фермі, спосіб їх транспортування та реалізації). На підставі аналізу існуючих структурних схем молочних ліній з урахуванням їхньої продуктивності

намічають перелік основних технологічних операцій, напрямок потоків та їх взаємозв'язок.

Існують три схеми технологічного процесу доїння корів на фермах:

-доїння у стійлах корівників прив'язного утримання на невеликих молочно-товарних фермах у фермерських господарствах зі збором молока у переносні відра малогабаритних доїльних установок УДІ-1, УДІ-2, УД В-10, УДВ-20, агрегатів індивідуального доїння АІД-1-01;

-доїння при прив'язному утриманні корів у стійлах зі збиранням молока в молокопроводи уніфікованих лінійних доїльних установок УДМ-25, УДМ-50, УДМ-100, УДМ-200, установок типу АДМ-8А-1-2 та ін.;

-доїння на установках УДТ-8, УДА-8А «Тандем-автомат», УДА-16А «Ялинка-автомат» та ін. в доїльних залах, верстатах молочно-доїльних блоків і майданчиків зі збиранням молока в молокопроводи при безприв'язному утриманні корів. За цією схемою корів можна доїти при прив'язному вмісті з використанням автоматичних прив'язків ОСП-26Ф. Крім вітчизняного доїльного обладнання, можна використовувати аналогічне обладнання фірм De Laval (Швеція), Westphalia. Lantechnik (ФРН) та ін.

При комбінованому утриманні, коли корови перебувають на пасовищах чи таборах, їх доять з допомогою пересувних доїльних установок (станцій) УДМ-Ф-1, УДС-ЗБ, УДЛ-Ф-12 та інших.

Залежно від продуктивності ПТЛ, виду та якості одержуваної на фермі молочної продукції, способів реалізації молока (молочної продукції) застосовують один із чотирьох способів обробки та переробки молока:

- очищення (фільтрування), попереднє охолодження, короткочасне зберігання та транспортування молока на молочні заводи;

- очищення (фільтрування), охолодження до кінцевої температури (4°C), тривале зберігання (добу) молока, транспортування на молочні заводи.

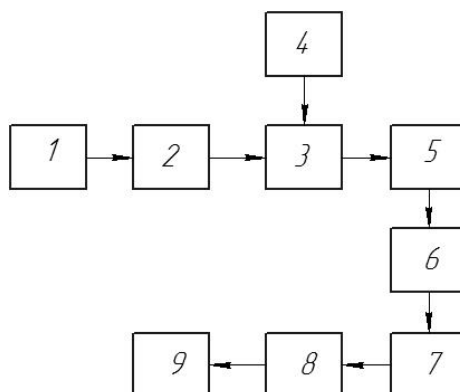
- первинна обробка молока за однією з вищенаведених схем з подальшою пастеризацією, охолодженням, фасуванням та упаковкою, короткочасним

зберіганням у холодильній камері та доставкою його безпосередньо споживачам.

- первинна обробка та часткова переробка молока на олію, сир, сметану та інші продукти, розфасовка, тривале зберігання та доставка молока та молочних продуктів безпосередньо споживачеві.

Останній спосіб найчастіше застосовується на великих фермах та комплексах, коли виробляються великі обсяги молока, та його обробка проводиться на централізованих прифермських молочних, а переробка – у молочних цехах, на міні-заводах та інших підприємствах.

За результатами аналізу існуючих схем доїння корів та способів обробки молока з урахуванням вихідних даних завдання будують структурну схему потокової технологічної лінії доїння корів та обробки молока. Приблизна структурна схема ПТЛ при прив'язному вмісті корів наведено рис. 2.3.



- 1 – корівник; 2 – молочний лічильник; 3 – молокозбірник; 4 – вакуумне встановлення;  
5 – молочний насос; 6 – апарат для очищення молока; 7 – охолоджувач молока;  
8 – накопичувальні ємності для молока; 9 – автомолокоцистерна

Рисунок 2.3 – Структурна схема поточкових технологічних ліній доїння корів та обробки молока

Годинну продуктивність молочної лінії  $M$ , кг/год, визначають за кількістю молока, яке надходить від поголів'я корів протягом однієї години роботи доїльного обладнання. Для її розрахунку використовують таку залежність:

$$M = C \cdot m \cdot \Pi_3 \cdot \alpha / D_3 \cdot D_o \cdot T, \quad (2.25)$$

$$M = 1,2 \cdot 50 \cdot 1820 \cdot 0,85 / 240 \cdot 2 \cdot 2 = 80 \text{ кг / год.}$$

Необхідну кількість доїльних апаратів визначають розрахунковим методом з урахуванням чисельності дійного стада, тривалості доїння та продуктивності одного доїльного апарата. Розрахунок виконують за такою формулою:

$$n = t \cdot m \cdot \alpha / T - 20, \quad (2.26)$$

$$n = 8 \cdot 50 \cdot 0,85 / 120 - 20 = 3 \text{ шт.}$$

Кількість доїльних апаратів, які може обслуговувати один оператор машинного доїння, визначають залежно від тривалості виконання технологічних операцій та часу роботи апарата під час доїння однієї корови. Розрахунок цього показника виконують за такою формулою:

$$n_1 = t_1 + t_2 / t_2 \quad (2.27)$$

$$n_1 = 4 + 2 / 2 = 3 \text{ шт.}$$

Для машинного доїння приймаємо одного оператора.

Годинна продуктивність оператора визначається:

$$W = 60 \tau / t_2, \quad (2.28)$$

$$W = 60 \cdot 0,8 / 2 = 24 \text{ гол / год.}$$

Підбираємо обладнання для охолодження та очищення молока [12, 13]. Для виконання розрахунку системи охолодження молока спочатку визначають потужність теплового потоку, яку необхідно відвести від молока в процесі його охолодження. На основі отриманого значення теплового навантаження здійснюють підбір холодильної установки та встановлюють її основні технічні параметри. Розрахунок виконують за такою залежністю:

$$Q = M_c \cdot Z_m \cdot (T_n - T_k), \quad (2.29)$$

$$Q = 0,2 \cdot 3,894 \cdot (34 - 6) = 21,8 \text{ кВт.}$$

Для виконання операцій очищення та охолодження молока доцільно застосовувати охолоджувач-очисник типу ОМ-1А, який забезпечує одночасне видалення механічних домішок із молока та зниження його температури до нормативних значень. Використання такого обладнання сприяє підвищенню якості молока, зменшенню бактеріального обсіменіння та покращенню умов його подальшого зберігання і транспортування.

## 2.4. Розрахунок технологічної карти доїння корів

Загальний вигляд технологічної карти доїння корів подано у додатку Б.

Графа 1 визначає послідовність виконання операцій технологічного процесу, найменування операції - доїння

Графа 2 містить обсяг робіт на добу, виконаний за цією операцією. Кількість літрів, що видаються від однієї корови на день, помножити на кількість корів. Кількість літрів молока від однієї корови на день = кількість літрів за лактацію, поділена на тривалість лактації:

$$3500/305 = 11,48 \text{ л / добу};$$

$$11,48 \cdot 50 = 574 \text{ л / добу.}$$

Графа 3 – число днів на рік, протягом яких виконується операція, 305 дн.

Графа 4 – річний обсяг робіт, що визначається перемноженням значень у графах 2 та 3:

$$574 \cdot 305 = 175070 \text{ кг} = 175,07 \text{ т.}$$

Графа 5 містить найменування та марка машин та обладнання, що виконують операцію: агрегат індивідуального доїння АІД-1 [25].

Графа 6 – привод та його потужність. Електрична сумарна потужність установки 2 кВт.

Графа 7 – наводиться продуктивність машин протягом години змінного часу (береться із технічної характеристики). Продуктивність – 80 кг/год.

Графа 8 – вказується потрібна кількість машин виходячи з обсягу робіт та продуктивності машини. Кількість машин – 3.

Графа 9 – визначається кількість годин роботи машини на добу шляхом розподілу добового обсягу робіт (графа 2) на сумарну продуктивність шляхом перемноження даних граф 7 та 8:

$$574 / (80 \cdot 3) = 2,3 \text{ год.}$$

Графа 10 – розраховується кількість годин роботи машини на рік шляхом перемноження даних граф 3 та 9:

$$305 \cdot 2,3 = 720 \text{ год.}$$

Графа 11 містить розрахунок кількості обслуговуючого персоналу на одну машину, виходячи з технічної характеристики та виробничих умов.

Кількість персоналу – 1 особа.

Графа 12 – число обслуговуючого персоналу всіх машин шляхом перемноження даних граф 8 і 11:

$$3 \cdot 1 = 3 \text{ особи.}$$

Графа 13 – професія виконавця. Оператор машинного доїння.

Графа 14 – річні витрати праці шляхом перемноження даних граф 10 та 12

$$720 \cdot 3 = 2160 \text{ люд.}\cdot\text{год.}$$

Графа 15 – розряд обслуговуючого персоналу. Розряд оператора машинного доїння – 6.

Графа 16 – вартість оплати 1 години тарифної ставки оператора машинного доїння встановленого розряду. Ставка – 105 грн. / год.

Графа 17 – капітальні вкладення, що визначають балансову вартість машини, що включають витрати на придбання машини за оптовими цінами; торгово-транспортні та складські витрати у розмірі 11%; витрати на монтаж машин та обладнання у розмірі 15...20% від їх оптової ціни. Ціна однієї машини – 18 000 грн [25].

Вартість 3-х машин:  $18000 \cdot 3 = 54000$  грн.

Графа 18 – витрата електроенергії на рік. Визначається як добуток потужності електродвигуна та тривалості роботи (шляхом перемноження даних граф 6 і 10)

$$2 \cdot 720 = 1440 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Графа 19 – витрата ПММ визначається шляхом перемноження питомої витрати на кількість роботи машин на рік. Не застосовується.

Графа 20 – річні експлуатаційні витрати, включають витрати на оплату праці всього персоналу, зайнятого обслуговуванням тварин; витрати на електроенергію, паливо та мастильні матеріали; амортизаційні відрахування

машин та обладнання; відрахування на поточний ремонт та технічне обслуговування, а також інші прямі витрати:

$$337330 + 4400 + 5618 + 5184 + 3121 = 355653 \text{ грн.}$$

Графа 21 – зарплата визначається з витрат праці різних категорій, тарифних розцінок з урахуванням відрахувань на соц. потреби.

$$\text{За 1 годину 1 оператор отримує: } 105 + 35 = 140 \text{ грн.}$$

За 1 годину 3 оператори отримують:

$$140 \cdot 3 = 520 \text{ грн.}$$

Оплата за робочий день:  $520 \cdot 4 = 2080$  грн. (тривалість робочого дня 4 год.).

$$\text{За сезон зарплата становить: } 2080 \cdot 305 = 634400 \text{ грн.}$$

Графа 22 – відрахування на амортизацію визначають як 14,2% від балансової вартості машини.

$$0,142 \cdot 54000 = 7668 \text{ грн.}$$

Графа 23 – відрахування на поточний ремонт та ТО становлять 18% про балансову вартість машини

$$0,18 \cdot 31215 = 5618 \text{ грн.}$$

Графа 24 – витрати на паливно-мастильні матеріали розраховуються шляхом множення витрат на ПММ (графа 19) на комплексну ціну основного палива. Не застосовується.

Графа 25 – вартість електроенергії визначається добутком витрат на електроенергію (графа 18) на її вартість 3,6 грн / кВт-год

$$1440 \cdot 7,2 = 10368 \text{ грн.}$$

Графа 26 – інші прямі витрати обчислюються у розмірі 10% від балансової вартості машини

$$0,1 \cdot 54000 = 5400 \text{ грн.}$$

### 3. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

#### 3.1. Обґрунтування доїльної установки

Доїльні установки поділяються на дві групи:

- лінійні доїльні установки, які застосовуються при прив'язному утриманні дійного стада;

– доїльні установки, які встановлюються у спеціальних доїльних залах, які застосовуються при безприв'язному утриманні тварин.

Лінійні доїльні установки поділяються на дві групи:

– доїльні установки для доїння у переносні відра (АД-100Б, ДАС-2В);

- доїльні установки з довгим молокопроводом (АДМ-8, АДС 100).

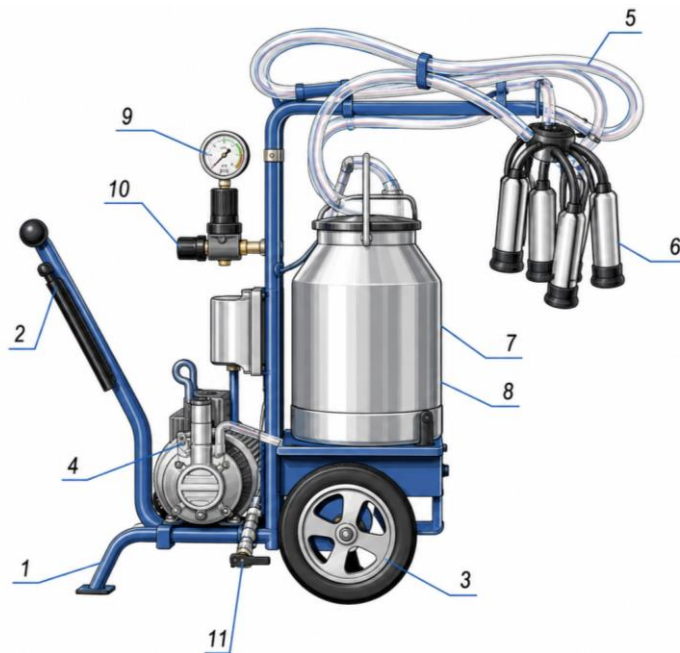
При доїнні у переносні відра характерним є велика частка ручної праці (транспортування молока до молочного блоку), низьке навантаження на 1 доярку 20...25 корів.

При доїнні в молокопровід норма обслуговування збільшується вдвічі, знижуються витрати ручної праці, автоматизується облік молока від групи.

При використанні доїльних установок, що встановлюються у спеціальних доїльних залах - УДА-8А "Тандем", УДА-16А "Ялинка", УДА-100А "Карусель" оператор машинного доїння знаходиться в траншеї, вздовж якої встановлені верстати для фіксації корів.

Агрегат індивідуального доїння АІД - 1 призначений для машинного доїння корів у фермерських та селянських господарствах та для роздавання корів на будь-яких фермах. Він комплектується доїльним апаратом АДУ – 1 у двотактному виконанні. Конструкцію агрегату АІД - 1 показано рис. 3.1.

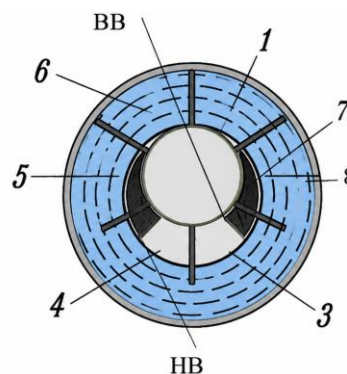
Під час роботи вакуумний насос 4 відсмоктує повітря зі стійки 2. Вона є трубою і виконує роль вакуумного балона і вакуумного дроту. Зі стійки вакуум надходить у доїльне відро і доїльний апарат і забезпечує процес доїння.



1 – рама (шасі); 2 – ручка; 3 – колесо; 4 – вакуумний насос; 5 – молочні шланги; 6 – доїльні стакани; 7 – доїльне відро; 8 – кришка доїльного відра; 9 – вакуумметр; 10 – регулятор вакууму; 11 – клапан зливу конденсату

Рисунок 3.1 – Доїльний агрегат АІД-1

Вакуумний насос (рис. 3.2) агрегату відноситься до водокільцевих вакуумних пристроїв, що відрізняється значною надійністю, простотою і компактністю, відсутністю масляної системи мастила робочих органів та більш високим коефіцієнтом корисної дії. Він має вигляд ротора 7 з лопатями, ексцентрично розташований у корпусі 8. Герметизацію радіального зазору між ротором та корпусом забезпечує водяне кільце.



ВВ – всмоктувальне вікно; НВ – нагнітальне вікно;  
1, 2, 3, 4, 5, 6 – сектори насоса; 7 – ротор; 8 – корпус

Рисунок 3.2 – Схема роботи водокільцевого вакуумного насоса

При обертанні ротора з лопатками в секторах 1, 2, 3 збільшується обсяг вільного простору, і повітря через всмоктувальне вікно відсмоктується з вакуумпроводу. Надалі в секторах 4, 5, 6 обсяг вільного простору зменшується, повітря через нагнітальне вікно НВ виводиться з насоса.

Частина рідини з кільця під час роботи насоса безперервно разом із повітрям трубопроводом надходить у водяний бак. Повітря з бака виходить в атмосферу, а вода водяною трубкою повертається в насос.

Доїльний агрегат АІД-1 належить до пересувних установок індивідуального доїння корів і комплектується двотактним доїльним апаратом АДУ-1. Робота апарата характеризується співвідношенням тактів всмоктування та нагнітання 70:30 при частоті пульсацій  $67 \pm 5$  циклів за хвилину. Робочий вакуум у системі становить 48 кПа, а витрата повітря доїльним апаратом досягає 8 м<sup>3</sup>/год. Агрегат оснащений електродвигуном потужністю 0,75 кВт і працює від мережі змінного струму напругою 220 В. Для забезпечення роботи водокільцевого вакуумного насоса передбачено бак для води місткістю 8 л. Загальна маса установки становить 56 кг, що забезпечує її мобільність та зручність використання в умовах невеликих молочних ферм.

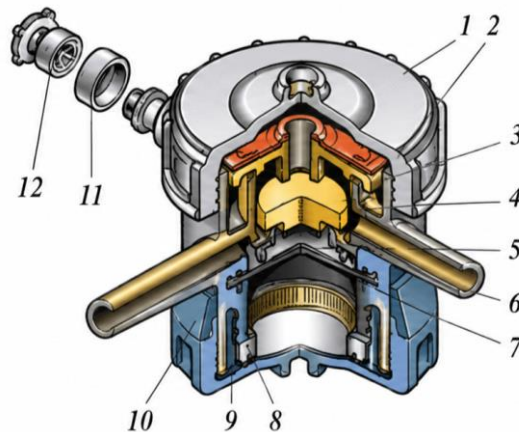
Технічну характеристику доїльного агрегату АІД-1 подано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика доїльного агрегату АІД-1

Показник	Значення
Марка агрегату	АІД-1
Доїльний апарат	АДУ-1
Тип агрегату	Пересувний
Тип доїльного апарата	Двотактний
Співвідношення тактів, %: всмоктування / нагнітання	70 / 30
Частота пульсацій, хв <sup>-1</sup>	$67 \pm 5$
Витрата повітря доїльним апаратом, м <sup>3</sup> /год	8
Робочий вакуум, кПа	48
Потужність електродвигуна, кВт	0,75
Місткість бака для води, л	8
Напруга живлення, В	220
Маса агрегату, кг	56

Двотактний доїльний апарат АДУ-1 складається з чотирьох доїльних склянок, пульсатора, колектора та шлангів.

АДУ-1 має пульсатор з нерегульованою частотою пульсацій за рахунок застосування каналу, що дроселює, зі збільшеним перерізом, представлений на рис. 3.3. Це полегшує експлуатацію апарату, виключає необхідність регулювання частоти пульсів під час роботи.

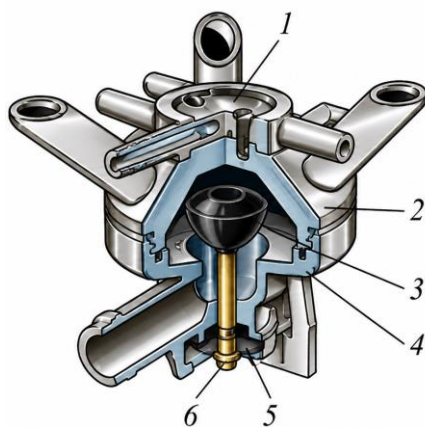


1 – кришка-гайка; 2 – прокладка; 3 – кришка; 4 – клапан; 5 – обойма; 6 – мембрана; 7 – корпус; 8 – корпус камери управління; 9, 10 – ущільнювальні кільця; 11 – кожух фільтра повітря; 12 – гайка фільтра

Рисунок 3.3 – Пульсатор доїльного апарата АДУ-1

Застосовано уніфіковану доїльну склянку, до складу якої входять: суцільнометалева гільза з нержавіючої сталі, соскова гума, виконана заодно з молочною трубкою, патрубок змінного вакууму. Конструкція соскової гуми забезпечує три ступеня натягу в доїльній склянці в міру витягування під час експлуатації.

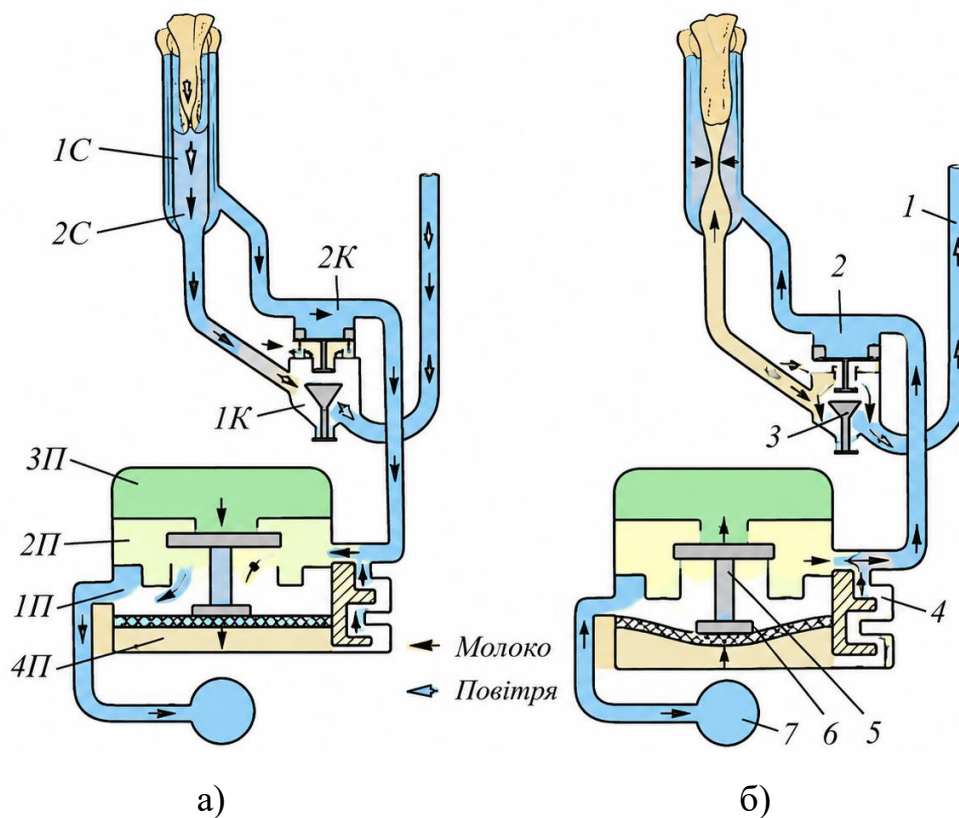
Колектор апарату АДУ-1, представлений на рис. 3.10, виготовлений із пластмаси та має прозору молочну камеру для контролю молоковиділення. Введений клапан відключення вакууму, що виключає застосування затискача молочного шлангу.



1 – розподільник; 2 – корпус; 3 – гумовий клапан; 4 – кришка; 5 – гумова шайба; 6 – шплінт

Рисунок 3.4 – Колектор доїльного апарата АДУ-1

Схему роботи двотактного доїльного апарата АДУ-1 наведено на рис. 3.5.



а – такт всмоктування; б – такт нагнітання

Рисунок 3.5 – Схема роботи доїльного апарата АДУ-1

При такті всмоктування вакууметричний тиск з вакуумпроводу 7 камери 1П пульсатора надходить в камеру 2П і далі через розподільник 2К колектора в міжстінні камери 1С доїльних склянок. Одночасно з молокопроводу по

молочному шлангу через камеру 1К колектора 1К в підсоскові камери 2С доїльних склянок подається постійний вакуум, і молоко відсмоктується з сосків вимені.

Поступово з камери 4П пульсатора через калібрований канал 4 відсмоктується повітря і ця камера вакуумується. Під дією тиску атмосферного повітря в камері 3П діафрагма 6 разом з клапаном 5 опуститься вниз, доступ вакууму з камери 1П пульсатора в камеру 2П припиняється, а з камери 3П атмосферне повітря надходить в камеру 2П пульсатора і далі через камеру 2К колектора . Соскова гума стискається, охоплюючи нижню частину соска. Відбудеться такт стиснення. Закінчення молока припиняється і на час такту стиснення відновлюється нормальний кровообіг у сосках вимені тварини.

Поряд з цим повітря поступово буде надходити з камери 2П через канал 4 в камеру 4П пульсатора, і через мембрану 6 долає силу, що діє на клапан 5 зверху (з боку атмосфери), так як робоча площа клапана 5 значно менше площі мембрани 6. Клапан 5 знову підніметься вгору, від'єднає камеру камери 1П через камеру 2П пульсатора, камеру 2К колектора надходить у міжстінні камери 1С доїльних склянок. Настане такт ссання і робочий цикл доїльного апарату буде повторюватися.

Відповідно до технології вилучення молока застосовуються різні пристрої для регулювання вакуумметричного тиску які мають різноманітні схеми, способи та механізми його реалізації.

На підставі проведеного огляду конструкцій на рис. 3.6 подано класифікацію доїльних апаратів за характерними ознаками: способу вилучення молока; конструкції виконавчого механізму; принцип роботи апарату; характер доїння; способу збирання молока; конструкції колектора; конструкції пульсатора; режиму доїння.

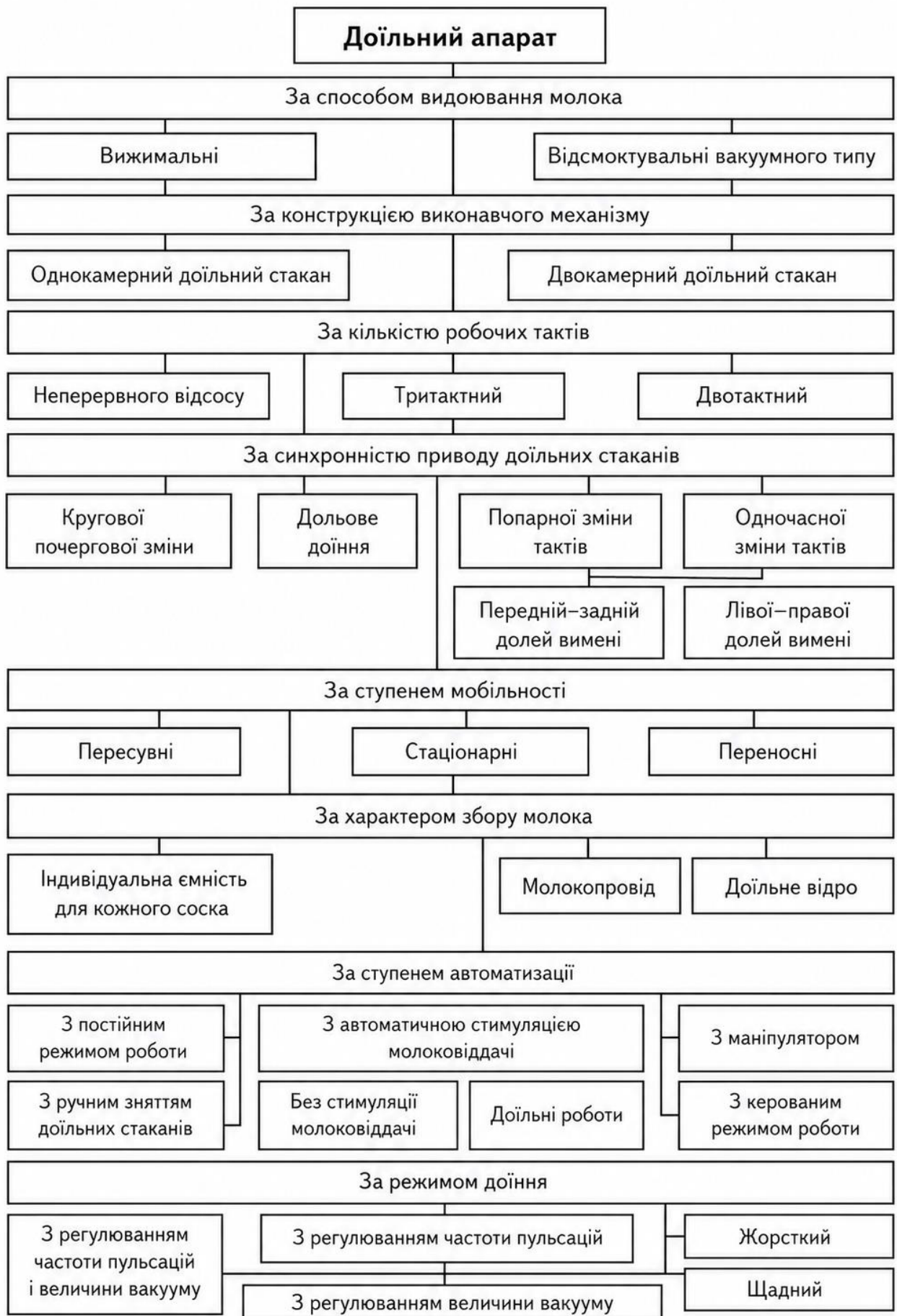
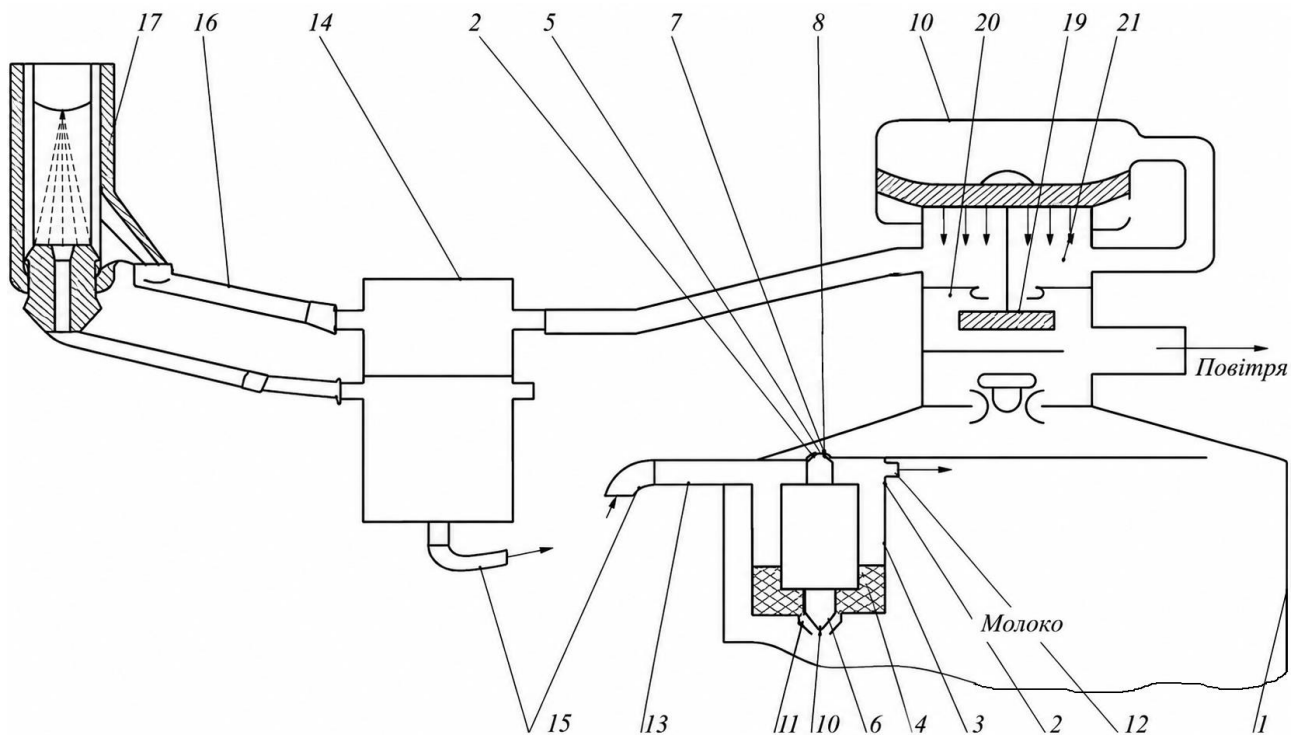


Рисунок 3.6 – Класифікація доїльних апаратів

### 3.2. Модернізація доїльного апарату АДУ-1

Для підвищення ефективності роботи доїльного апарату запропоновано дообладнати його регулятором вакууму з регульованою величиною вакуумметричного тиску в підсоскових камерах доїльних склянок відповідно до рівня молоковіддачі тварини (рис. 3.7).



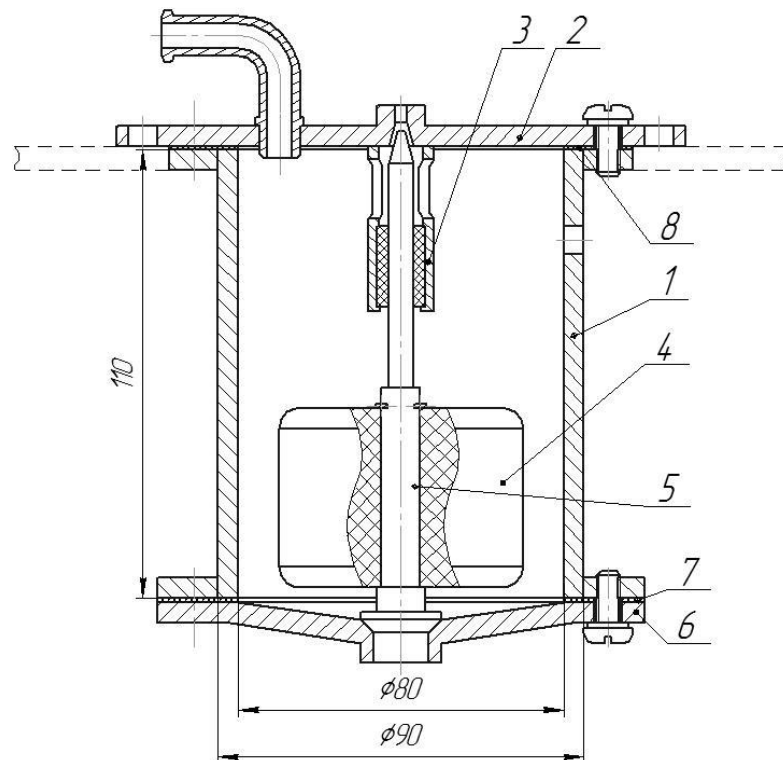
- 1 – доїльне відро; 2 – регулятор вакууму; 3 – корпус; 4 – поплавець; 5 – верхня голка;  
6 – нижня голка; 7 – прохідний переріз; 8 – калібрований канал для надходження атмосферного повітря; 9 – головка штуцера; 10 – отвір виходу молока; 11 – золотник потоку молока; 12 – золотник регулятора вакууму; 13 – штуцер входу молока; 14 – колектор; 15 – молочний патрубок; 16 – вакуумний шланг; 17 – доїльна склянка; 18 – пульсатор; 19 – клапан; 20 – камера постійного вакууму; 21 – камера змінного вакууму

Рисунок 3.7 – Доїльний апарат із регулятором вакууму

Робота запропонованого пристрою відбувається таким чином. Після під'єднання доїльного апарата до вакуумної магістралі з номінальним розрідженням 54 кПа вакуум надходить у доїльне відро 1, регулятор вакууму 2 та пульсатор 18. Коли розрідження потрапляє до камери постійного вакууму 20 пульсатора, клапан 19 переміщується вниз, унаслідок чого вакуум через

вакуумний шланг 16 передається до міжстінних камер доїльних склянок 17. Одночасно через доїльне відро 1, золотник 12 регулятора вакууму 2 та штуцер подачі молока 13 розрідження надходить до колектора, а далі – у підсоскові камери доїльних склянок.

На початковому етапі доїння поплавок 4 автоматичного регулятора вакууму (рис. 3.8) розташований у нижньому положенні. При цьому золотник регулювання потоку молока 11 закритий, а калібрований канал подачі атмосферного повітря 8 відкритий. Надходження атмосферного повітря до регулятора вакууму 2 спричиняє зменшення розрідження в підсоскових камерах доїльних склянок до мінімального значення 28 кПа.



1 – корпус; 2 – кришка верхня; 3 – напрямна стрижня; 4 – поплавець; 5 – стрижень клапана;  
6 – кришка нижня; 7,8 – прокладки ущільнювальні

Рисунок 3.8 – Конструкція автоматичного регулятора вакууму

У процесі доїння молоко через патрубок 15 надходить до корпусу 3 регулятора вакууму та піднімає поплавок 4. Разом із переміщенням поплавця змінюється ступінь відкриття золотника 11, який регулює потік молока, а також положення елемента 8, що відповідає за подачу атмосферного повітря.

Таким чином забезпечується автоматичне регулювання вакууму залежно від інтенсивності молоковіддачі.

Об'єм атмосферного повітря, що надходить до регулятора вакууму 2, безпосередньо залежить від положення поплавця 4 у корпусі 3, яке, своєю чергою, визначається кількістю молока, що проходить через пристрій. При збільшенні молоковіддачі поплавок підіймається вгору. Нижня голка 6 змінює площу вихідного отвору для молока 10, а верхня голка 7 регулює доступ атмосферного повітря, забезпечуючи плавне підвищення вакуумметричного тиску від 28 кПа на початку доїння до 54 кПа за максимальної інтенсивності молоковіддачі.

У міру зменшення молоковіддачі поплавок опускається вниз, що призводить до зміни прохідного перерізу каналу подачі атмосферного повітря 7 та відповідного зниження розрідження в підсоскових камерах доїльних склянок 17. У результаті вакуум плавно зменшується з 54 до 28 кПа відповідно до поточного рівня молоковіддачі.

Запропонована конструкція доїльного апарата з автоматичним регулятором вакууму (рис. 3.8) забезпечує зміну рівня вакууму залежно від інтенсивності виділення молока, що дає змогу узгодити режим роботи апарата з фізіологічними особливостями процесу доїння та підвищити його ефективність.

### **3.3. Розрахунок параметрів корпусу регулятора вакууму**

Товщину стінки гладкого циліндричного корпусу, що працює під дією внутрішнього або зовнішнього тиску, визначають за двома розрахунковими залежностями. Для подальшого проектування приймають більше із отриманих значень, що забезпечує необхідний запас міцності та стійкості конструкції [8]:

$$s > 10^{-2} K_2 D + c, \quad (3.1)$$

$$S \geq \frac{1.1 \cdot P \cdot D}{2 \cdot [\sigma]} + c, \quad (3.2)$$

Значення коефіцієнта  $K_2$  встановлюють за номограмою на основі попередньо визначених коефіцієнтів  $K_1$  та  $K_3$ . Для цього спочатку обчислюють величини  $K_1$  та  $K_3$  за відповідними розрахунковими залежностями, після чого за отриманими значеннями знаходять коефіцієнт  $K_2$ . Значення коефіцієнта  $K_2$  встановлюють за номограмою на основі попередньо визначених коефіцієнтів  $K_1$  та  $K_3$ . Для цього спочатку обчислюють величини  $K_1$  та  $K_3$  за відповідними розрахунковими залежностями, після чого за отриманими значеннями знаходять коефіцієнт  $K_2$ :

$$K_1 = \frac{L}{D}, \quad (3.3)$$

$$K_3 = \frac{n_y \cdot P}{2.4 \cdot 10^{-6} \cdot E}, \quad (3.4)$$

$$K_1 = 0,11 / 0,09 = 1,22$$

$$K_3 = 2,5 \cdot 10^5 / 2,4 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{11} = 0,52$$

За отриманих значень коефіцієнтів  $K_1 = 1,22$  та  $K_3 = 0,52$  встановлюємо значення коефіцієнта  $K_2 = 0,2$ .

$$S \geq 0,2 \cdot 10^{-2} \cdot 0,09 = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

$$S \geq \frac{1,1 \cdot 10^5 \cdot 0,09}{2 \cdot 234 \cdot 10^6} = 3,7 \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

Для забезпечення необхідної міцності, жорсткості та з урахуванням конструктивних вимог товщину стінки корпусу приймають рівною 5 мм.

Товщину стінки дна, яке працює під дією як внутрішнього, так і зовнішнього тиску, визначають за двома розрахунковими залежностями. Для подальших розрахунків і конструювання приймають більше із отриманих значень, що гарантує надійну роботу елемента в заданих умовах навантаження [8]:

$$S \geq \frac{K_d \cdot R}{510} \sqrt{\frac{n_y \cdot P}{E \cdot 10^{-6}}}, \quad (3.5)$$

$$S \geq \frac{P \cdot R}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - 0.5 \cdot P}, \quad (3.6)$$

Схема дії надлишкового тиску на нижню стінку представлена рис. 3.9.

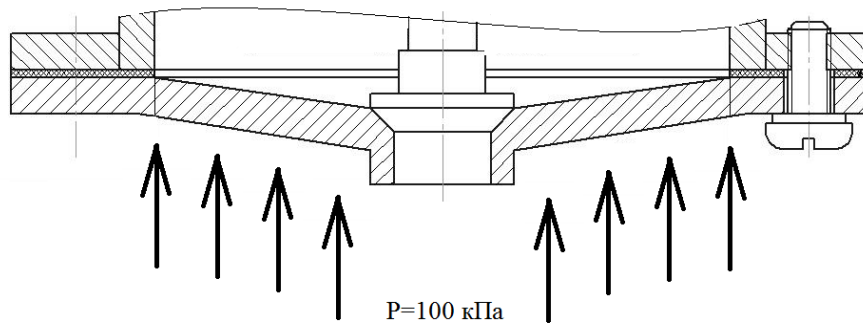


Рисунок 3.9 – Схема дії надлишкового тиску на нижню стінку регулятора вакууму

Підставивши відомі значення у виразі отримаємо:

$$S \geq \frac{0,9 \cdot 0,9}{510} \sqrt{\frac{2,4 \cdot 10^5}{1,91 \cdot 10^{11} \cdot 10^{-6}}} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

$$S \geq \frac{0,09 \cdot 10^5}{2 \cdot 1 \cdot 134 \cdot 10^6 - 0,5 \cdot 10^5} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Товщину дна приймаємо також 5 мм для забезпечення умов монтажу сідла клапана.

Визначення сили затягування з'єднання корпус-кришка.

Силу затягування  $F_{зат}$  визначимо з умови міцності гумової прокладки на зминання [8]:

$$\sigma_{зм} = \frac{F_{зат}}{A_{II}} \leq [\sigma_{зм}], \quad (3.7)$$

Визначимо напруги, що допускаються, зминання прокладки:

$$[\sigma_{зм}] = \frac{\sigma_B}{[S]}. \quad (3.8)$$

Для гумової прокладки  $\sigma_B$  приймається рівним 7,4 МПа [8].

Тоді

$$[\sigma_{зм}] = \frac{7,4}{2} = 3,7 \text{ МПа}.$$

З умови міцності на зминання (3.7) визначимо максимальну силу зтягування  $F_{зат}$  :

$$F_{зат} = [\sigma_{зм}] \cdot A_{II}; \quad (3.9)$$

$$A_{II} = \frac{\pi \cdot (D_H^2 - D_6^2)}{4}. \quad (3.10)$$

Визначаємо площу прокладки

$$A_{II} = \frac{3,14 \cdot (0,14^2 - 0,08^2)}{4} = 1,03 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

Визначаємо максимальну силу зтягування

$$F_{зат}^{\max} = 3,7 \cdot 10^6 \cdot 1,03 \cdot 10^{-2} = 383 \text{ Н}.$$

Виконані розрахунки підтверджують працездатність проєктованого пристрою.

## **4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **4.1. Загальні вимоги безпеки під час роботи з доїльною установкою**

До виконання робіт допускаються особи, які не мають медичних протипоказань, пройшли виробниче навчання, вступний та первинний на робочому місці інструктажі з охорони праці та навчені заходам протипожежної безпеки [20].

Робітники протягом не менше двох змін виконують роботу під контролем керівника робіт (бригадира, завідувача ферми або іншої посадової особи, яка виконує їх обов'язки), після чого оформляється допуск до самостійної роботи.

Робітники, які обслуговують електрифіковане обладнання, повинні пройти додаткове навчання та інструктаж з електробезпеки із присвоєнням першої групи допуску.

Необхідно дотримуватись правил внутрішнього розпорядку підприємства. Не допускається: присутність у робочій зоні сторонніх осіб, розпивання спиртних напоїв та куріння, робота у стані алкогольного сп'яніння, а також робота у хворобливому чи стомленому стані.

Робочий повинен виконувати лише ту роботу, якою пройшов інструктаж і яку видано завдання, не перепоручати свою роботу іншим особам.

За виконання роботи кількома особами одночасно призначається старший, і робота виконується під керівництвом.

При доїнні тварин необхідно: знати конструкцію та принцип дії машин та механізмів; вміти пускати і зупиняти агрегати, що обслуговуються; знати місця встановлення та призначення контрольно-вимірювальних приладів та виробничої сигналізації, а також правила користування ними.

При доїнні тварин забороняється: використовувати у роботі несправні технічні засоби та інвентар; перебувати на шляху руху машин та тварин; переходити через транспортери та конвеєри у місцях, не обладнаних перехідними містками; схоплюватися на підніжки транспорту та зістрибувати з

них на ходу; торкатися електропроводів, відкривати дверцята електрошаф; впливати на електричні дроти водою, металевими та іншими предметами; наближатися ближче 8...10 м до дроту, що лежить землі; пересувати та переносити електронагрівальні прилади, транспортери та інші установки, що знаходяться під напругою.

Спецодяг, спецвзуття та засоби індивідуального захисту, що видаються працюючим за встановленими нормами, повинні відповідати вимогам відповідних стандартів та технічних умов, зберігатися у спеціально відведених місцях з дотриманням правил гігієни зберігання та обслуговування та застосовуватись у справному стані відповідно до призначення.

Щоб уникнути вибухів і пожеж, необхідно утримувати в чистоті та справності обладнання та приміщення, не захарашувати проходи та проїзди. Знати розташування та вміти користуватися засобами сигналізації та пожежогасіння.

Забороняється самостійне усунення несправностей електропроводки, електроустаткування. У разі виявлення несправності обладнання, пристроїв, інструменту, а також у разі порушення норм безпеки, пожежі, аварії або травмування працівників негайно повідомити керівника робіт.

Необхідно дотримуватись правил особистої гігієни: знімати перед прийомом їжі і після закінчення роботи спецодяг і вішати його у певне місце, ретельно мити руки теплою водою; мити руки перед доїнням, після прибирання приміщень, миття інвентарю, догляду за тваринами, після відвідин туалету. Руки необхідно мити милом, щіткою з промиванням 0,2%-ним розчином хлорного вапна і витирати індивідуальним рушником насухо.

Особи, які порушили вимоги цієї інструкції, несуть відповідальність у порядку, встановленому законодавством.

#### *Вимоги безпеки перед початком роботи*

Оглянути спеціальний (санітарний) одяг та взуття. Якщо є недоліки у стані одягу та взуття, усунути їх. Одягти одяг так, щоб не було звисаючих підлог і кінців, волосся прибрати під головний убір.

Запускати доїльну установку дозволяється тільки так, коли всі її вузли та механізми справні. При роботі доїльних установок та машин з первинної переробки молока забороняється усувати в них будь-які несправності, проводити регулювання та мастило на ходу. Всі ці роботи треба проводити тільки після повної зупинки машин і при вимкненому рубильнику (або магнітному пускачі), на який треба повісити трафарет: «Не вмикати! Працюють люди».

Під час підготовки установки до роботи та проведення технічного догляду необхідно користуватися спеціальним інструментом та пристроями.

Під час приєднання трубопроводу гарячої води до молокопроводу для промивання системи крани повинні бути закриті, шланги надійно надіті на кінці патрубків молокопроводу. При користуванні гарячою водою необхідно бути обережними. Замінювати термостійкі труби простими скляними трубами забороняється. Експлуатувати молокопровід за наявності в системі окремих скляних труб із вадами (тріщини, сколи скла) забороняється.

Доповісти керівнику робіт про виявлені несправності та вжити заходів щодо їх усунення.

#### *Вимоги безпеки під час роботи*

Поводження з тваринами має бути спокійним і впевненим, але не грубим. Підгін корів слід здійснювати за допомогою засобів, що виключають реакцію у відповідь тварин (хлопавки, погонялки і т. д.).

Перед початком доїння тварина має бути добре зафіксована.

Підготовка вимені до доїння не повинна викликати у тварин неприємних відчуттів (сильний тиск, гаряча вода). Доїння корів із хворим вименем проводити за допомогою катетера.

При відв'язуванні та прив'язуванні корів, що містяться на індивідуальних прив'язях, і при ручному роздаванні підгодівлі не можна нахилятися до голови корови.

Для полегшення праці доярок на фермах необхідно мати пристосування для транспортування та підйому фляг при доїнні у відра.

При надяганні доїльних склянок на соски полохливих та неспокійних корів треба бути особливо уважним та обережним.

Під час роботи не можна заколювати халат та косинку шпильками, голками, не можна зберігати в кишенях халата сторонні, особливо гострі металеві предмети.

При приготуванні та застосуванні миючих та дезінфікуючих розчинів необхідно користуватися захисними засобами: окулярами, гумовими рукавичками, гумовим фартухом, гумовими чоботями.

Чистити годівниці доїльних верстатів та стійл доцільно, коли тварини перебувають на прогулянці чи пасовищі.

#### *Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях*

При появі електричної напруги на не струмопровідних металевих частинах маніт та обладнання негайно припинити роботу н повідомити чергового електрика або керівника робіт.

При раптовому відключенні електроенергії повідомити керівника робіт і вжити заходів, що унеможливають раптове включення електроустановок.

При виникненні пожежі необхідно: негайно повідомити про це добровільну пожежну дружину, пожежно-сторожову охорону або найближчу пожежну частину та керівника робіт; підняти тривогу звуковим сигналом (сирена, дзвін, трансляція): приступити до гасіння пожежі т.д.), за необхідності організувати евакуацію людей і тварин із небезпечної зони.

#### *Вимоги безпеки після закінчення роботи*

Упорядкувати робоче місце.

Доповісти керівнику робіт про всі порушення, які були виявлені в процесі роботи, а також про заходи, вжиті для їх усунення.

Здати в установленому порядку чергування зміннику. При здачі чергування повідомити оператора, який приймає чергування, про зміни у поведінці тварин, які можуть становити небезпеку при подальшій роботі з ними.

Зняти спецодяг та здати на хропіння у встановленому порядку. Виконати правила особистої гігієни.

#### **4.2. Шкідливі та небезпечні виробничі фактори при доїнні тварин**

У процесі доїння тварин, працюючі можуть піддаватися впливу наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, стосовно яких необхідно дотримуватися запобіжних заходів [21]:

- рухомі машини та механізми;
- рухомі частини виробничого обладнання (доїльних установок, вакуумних насосів);
- термічна небезпека (гаряча вода);
- підвищені рівень шуму та рухливість повітря (протяги);
- гострі кромки обладнання;
- Недостатня освітленість робочої зони;
- Підвищена вологість повітря;
- слизькі поверхні;
- фізичні навантаження (переміщення фляг);
- біологічна небезпека (хвороботворні мікроорганізми);
- небезпека ураження електричним струмом;
- фізичні та психічні навантаження (незручна поза, монотонність праці).

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз сучасних технологій утримання великої рогатої худоби та організації виробництва молока на фермерських господарствах. Встановлено, що підвищення ефективності молочного скотарства залежить від ступеня механізації технологічних процесів, насамперед процесу машинного доїння корів.

Виконано аналіз існуючих способів утримання великої рогатої худоби, вимог до проектування молочно-товарних ферм та особливостей організації технологічних процесів на молочних фермах. Розроблено генеральний план молочно-товарної ферми на 50 голів ВРХ з урахуванням сучасних зоотехнічних, санітарно-гігієнічних та технологічних вимог.

У технологічній частині проведено розраховано параметри ферми, визначено площу земельної ділянки, геометричні розміри виробничих споруд, параметри систем водопостачання, вентиляції та механізації виробничих процесів. Обґрунтовано технологію утримання тварин і організацію процесу машинного доїння корів.

Проаналізовано фізіологічні основи молоковіддачі та особливості взаємодії доїльного апарата з організмом тварини. Встановлено, що ефективність доїння значною мірою визначається стабільністю вакуумного режиму, своєчасністю стимуляції рефлексу молоковіддачі та конструктивними параметрами доїльного обладнання.

У проектній частині виконано аналіз існуючих конструкцій доїльних апаратів та запропоновано модернізацію доїльного апарата АДУ-1 шляхом удосконалення системи регулювання вакууму. Запропоноване технічне рішення забезпечує більш стабільний режим роботи апарата, покращує процес молоковіддачі та сприяє підвищенню повноти видоювання корів.

Проведено конструктивні та перевіірочні розрахунки елементів модернізованого регулятора вакууму, які підтвердили його працездатність, міцність і можливість використання в умовах молочно-товарних ферм.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бабій А.В., Довбуш Т.А., Бабій М.В., Ткаченко О.І., Сташків М.Я. Динаміка машин. Навчальний посібник для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» та 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Магістр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2023. 246 с.
2. ВНТП-АПК-01.05. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). Міністерство аграрної політики України. Київ, 2005. URL: [https://www.lugdps.gov.ua/images/bezpechnist\\_veterynariya/Skotarski-pidpryyemstva-VNTP-APK-01.05.pdf](https://www.lugdps.gov.ua/images/bezpechnist_veterynariya/Skotarski-pidpryyemstva-VNTP-APK-01.05.pdf)
3. ВНТП-АПК-09.06. Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною. URL: <https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/vntp-apk-09.06.pdf>
4. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 1994. – 446 с.
5. Гайченко В.А. Основи безпеки життєдіяльності людини. – К.: МАУП, 2002. – 232с.
6. Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г., Павх І. І. Машини сільськогосподарського виробництва. Тернопіль, 2005. 228 с.
7. ДБН В.2.2-1:2024. Будівлі і споруди для тваринництва. Основні положення. Чинні з 01.04.2025. URL: [https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3521644763356857494](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3521644763356857494)
8. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.В. Бабій, Г.Б. Цьонь, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.
9. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручник: У 3 кн. / За ред. А.Ф. Головчука. – Кн. 3: Машини сільськогосподарські / А.Ф. Головчук, В.І. Марченко, В.Ф. Орлов. – К.: Грамота, 2005. – 576 с.

10. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1. Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: Око, 2001. – 444 с.
11. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень / Р.Н. Кветний, І.В. Богач, О.Р. Бойко та ін. / За ред. Р.Н. Кветного. – У двох част. – Вінниця: ВНТУ, 2012.
12. Крупа О.М. Проектування підприємств молочної промисловості. Тернопіль: ТНТУ, 2019. 56 с.
13. Курсове проектування з дисципліни «Технологія виробництва молока та яловичини»: навч. посібник / Ковальчук І. В., Слюсар М. В., Ковальчук І. І., Васильєв Р. О. Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 2021. 162 с.
14. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. – Тернопіль: ТНТУ ім. І Пулюя, 2022. – 47 с.
15. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Проектування технологічних процесів в тваринництві» студентами денної форми навчання факультету механізації сільського господарства освітньої кваліфікації «Магістр» із спеціальності 208 Агроінженерія / А.В. Грицун, І.А. Бабин. Вінниця: ВНАУ, 2017. 91 с.
16. Механіко – технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко та ін. / За ред. С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.
17. Сисолін П.В. Методи проектування сільськогосподарських машин для полеводства. – К.: Темплан, 1993. – 152 с.
18. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. – Т.1. Машини для рільництва. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.
19. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.

20. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
21. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
22. Технологічно-економічне обґрунтування створення молочно-товарної ферми на 25 дійних корів з власною переробкою молока і виробництвом молочних продуктів / Є.В. Руденко, В.А. Марченко, Л.Г. Гребень, А.В. Ткачов. НААН, Ін-т тваринництва, ТЕО. Харків, 2020. 45 с.
23. Хомик Н. І. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник (курс лекцій) / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 246 с.
24. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності Агроінженерія / Н . І. Хомик, В. П. Олексюк, М. Я. Сташків, А. В. Бабій, Т. А. Довбуш. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2025. 180 с.
25. <https://protek.com.ua>
26. NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Research Council. 7th revised edition. Washington, D.C.: National Academies Press, 2001.
27. Pidgurskyi, M., Stashkiv, M., Pidgurskyi, I., Oleksyuk, V., Pidluzhnyi, O., & Bykiv, D. (2024). Methodology of experimental and analytical research of technical systems. Scientific Journal of the Ternopil National Technical University, 116 (4), 50-58.
28. Stashkiv, Mykola & Matsiuk, Oleksandr (2021) nCode GlyphWorks Software Use for Test Data Processing. The 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems 2021 (ИТТАР 2021). Vol-3039. 192-205.

## **ДОДАТКИ**

## Додаток А

### Умовні позначення та скорочення

$m$  – кількість тварин певного виду;

$m_{\text{п}}$  - місткість споруди;

де  $m_1$  - Число тварин в одному ряду;

$b_{\text{с}}$  – ширина стійла (1,5 м);

$\Delta_1$  – частина довжини будівлі, зайнята підсобними приміщеннями та поперечними проходами (приймається рівною 12 м).

$q_{\text{п}}$  - норма підстилки на добу, що дорівнює 2 кг/гол.;

$q_{\text{м}}$  - добовий вихід сечі від 1 гол., 20 кг;

$q_{\text{н}}$  - добовий вихід гною від 1 гол., 35 кг;

$D$  – тривалість зберігання гною, 100 дн.;

$\gamma_{\text{н}}$  - об'ємна маса гною, 1 т/м<sup>3</sup>;

$b_{\text{н}}$  - висота укладання гною, 1,5 м[5].

$q_{\text{у}}$  - норма витрати води на 1 гол., Для корів  $q_{\text{в}} = 100$  л / гол. на добу;

$m_i$  – кількість споживачів.

$K_3$  - коефіцієнт добової нерівномірності,  $K_3 = 1,3$ .

$T$  – тривалість водоспоживання, приймаємо рівною 24 год.

$V$  - швидкість руху води у трубах, 1 м/с;

$K_{\text{п}}$  - коефіцієнт вологовиділення з підлоги приміщення,  $K_{\text{п}} = 1,2 \dots 1,4$ ;

$W$  - кількість вологи, що виділяється однією твариною, г/год (для корів з надоєм до 10 кг/ добу і живою масою 600 кг  $W=329$  г/год);

$W_{\text{доп}}$  - допустима кількість вологи в приміщенні (8 г/м<sup>3</sup>);

$W_{\text{про}}$  - вологовміст зовнішнього повітря (у січні становить 1 ... 1,5 г / м<sup>3</sup>).

$g$  - жива маса однієї тварини,  $g = 4$  ц.

$V$  – обсяг приміщення, м;

$a$  – ширина приміщення, м;

$b$  – довжина корисної частини приміщення, м;

$h$  - висота приміщення до стельового перекриття ( $h = 3$  м).  
 $Q_3$  - втрати тепла через огорожувальні конструкції приміщення, кДж/год;  
 $Q_B$  - втрати тепла на вентиляцію, кДж/год;  
 $Q_{ж}$  - кількість тепла, що виділяється тваринами, кДж/год.  
 $K_i$  - коефіцієнт тепловіддачі огорожі, кДж / ( $m^2 \cdot год \cdot ^\circ C$ );  
 $F_i$  - поверхня огорожі,  $m^2$ ;  $K_i F_i = 1800$  кДж/год.  
 $t_H$  - зовнішня розрахункова опалювальна температура ( $-18 \text{ }^\circ C$ );  
 $t_{BH}$  - розрахункова температура всередині приміщення ( $10 \text{ }^\circ C$ ).  
 $Z$  - теплоємність повітря ( $1,005$  кДж / ( $кг \cdot ^\circ C$ ));  
 $L_{п.у.с}$  - величина повітрообміну, отримана у попередніх розрахунках;  
 $\gamma$  - середня об'ємна вага повітря ( $1,2 \dots 1,3$   $кг/м^3$ ).  
 $q$  - кількість тепла, що виділяється однією твариною ( $3440$  кДж/год - для корів з продуктивністю  $10$  л/добу і живою масою  $400 \dots 600$  кг).  
 $g_i$  - Маса даного виду корму, кг;  
 $m$  - поголів'я тварин певного виду.  
 $P_c$  - добова потреба даного виду корму, кг  
 $T$  - час добової роботи механізованої машини, год  
 $T_y$  - час, відведений для роздачі грубих кормів, год;  
 $Z$  - кількість годувань даним видом корму на добу;  
 $i$  - коефіцієнт використання робочого дня,  $i = 0,75 \dots 0,85$ .  
 $T_{пок}$  - час для підготовки одного годування, год  
 $T_{хк}$  - допустимий час зберігання подрібнених кормів,  $T_{хк} = 2$  ч.  
 $C$  - коефіцієнт сезонності,  $C = 1,2$ ;  
 $k$  - коефіцієнт сухостійності стада,  $k = 0,85$ ;  
 $K_d$  - кратність доїння,  $K_d = 2$ ;  
 $T$  - тривалість доїння,  $T = 1,5 \dots 2$  год.  
 $t$  - повний цикл доїння однієї корови,  $t = 8$  хв;  
 $T$  - тривалість доїння на добу,  $T = 120$  хв.  
 $t_1$  - час машинного доїння  $t_1 = 6$  хв;  
 $t_2$  - час ручних операцій,  $t_2 = 2$  хв.

$\tau$  - коефіцієнт використання робочого часу,  $=0,8$

$M_C$  - масова витрата молока, кг/с;

$Z_M$  - теплоємність молока,  $Z_M = 3,894$  кДж / ( кг · град );

$T_{II}$  - початкова температура молока,  $T_{II} = 34$  ° С;

$T_K$  – кінцева температура молока,  $T_K = 6$  °С.

$K_2$  - коефіцієнт стійкості в межах пружності;

$D$  – зовнішній діаметр корпусу, приймаємо  $D = 0,09$  м;

$c$  - додаток до розрахункової величини товщини стінки, що залежить від корозії;

$P$ - зовнішній (надлишковий) тиск (рівний атмосферному,  $P = 10^5$  Па);

$[\sigma]$ - допустимі напруження, для сталі 18ХГТ при температурі 40°С (температура молока)  $[\sigma] = 234 \cdot 10^6$  Па.

де  $L$ - довжина корпусу, приймаємо  $L = 0,11$  м;

$n_y$  - запас стійкості, приймаємо  $n_y = 2,5$ ;

$E$  - модуль поздовжньої пружності, Па. Для сталі 18ХГТ  $E = 2^{11}$  Па;

$K_\delta$  - коефіцієнт залежить від форми дна, для круглого приймаємо  $K_\delta = 0,9$ ;

$R$  - радіус кривизни у вершині дна, приймаємо  $R = D$ , з висотою  $H = 0,25 \cdot D$ ;

$\varphi$  - коефіцієнт заготівлі, для виготовлених із цілої заготівлі приймають  $\varphi = 1$ .

$\sigma_{зм}$  – напруження зминання прокладки, МПа

$[\sigma_{зм}]$ - допустимі напруження зминання матеріалу прокладки, МПа

$A_{II}$  - площа прокладки, м<sup>2</sup>.

$[S]$  - коефіцієнт запасу міцності, приймаємо  $[S] = 2$ .

де  $A$ -площа прокладки

$D_n$  -зовнішній діаметр прокладки,  $D_n = 0,14$

$D_v$  – внутрішній діаметр прокладки,  $D_v = 0,08$  м.